

**WERTIGKEIT DER COMPUTERTOMOGRAPHIE BEI DER
BEURTEILUNG SEKUNDÄRER
MEDIASTINALTUMOREN**

REINHOLD TILING

1986



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554808_0119

Aus der Radiologischen Klinik und Poliklinik
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner

WERTIGKEIT DER COMPUTERTOMOGRAPHIE BEI DER BEURTEILUNG

SEKUNDÄRER MEDIASTINALTUMOREN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Reinhold Tiling

aus

Traunstein

1986

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. D. Hahn

Mitberichterstatter: Prof. Dr. J. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 3.6.1986

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	3
1.1.	Topographische Anatomie und räumliche Einteilung	3
1.2.	Raumforderungen im Mediastinum	6
1.2.1.	Primäre Mediastinaltumoren	6
1.2.2.	Sekundäre Mediastinaltumoren	8
1.3.	Computertomographische Beurteilung sekundärer Mediastinaltumoren	9
2.	Computertomographie des Mediastinums bei Patienten mit histologisch gesichertem Bronchialkarzinom	13
2.1.	Vorbemerkung	13
2.2.	Patientengut und Methodik	16
2.3.	Ergebnisse	21
2.3.1.	Primärtumornachweis	21
2.3.2.	Abklärung der Operabilität	25
2.3.3.	Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten	30
2.3.3.1.	Lymphknoten im Bereich des Lungenhilus ...	31
2.3.3.2.	Subcarinale Lymphknoten	34
2.3.3.3.	Tracheobronchiale homolaterale Lymphknoten	37
2.3.3.4.	Tracheobronchiale kontralaterale Lymphknoten	40
2.4.	Diskussion	45
2.4.1.	Primärtumorbeurteilung	45
2.4.2.	Beurteilung der Operabilität	46
2.4.3.	Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten	47

2.4.3.1.	Hiläre Lymphknoten	47
2.4.3.2.	Mediastinale Lymphknoten	48
2.5.	Zusammenfassung	51
3.	Computertomographie des Mediastinums bei malignen Lymphomen	52
3.1.	Vorbemerkung	52
3.1.1.	Morbus Hodgkin	52
3.1.2.	Non-Hodgkin-Lymphome	55
3.2.	Patientengut und Methodik	57
3.3.	Ergebnisse	61
3.3.1.	Primärdiagnostik	61
3.3.2.	Mediastinales Befallsmuster maligner Lymphome	65
3.3.2.1.	Morbus Hodgkin	65
3.3.2.2.	Non-Hodgkin-Lymphome	67
3.3.2.3.	Sonderformen	69
3.4.	Diskussion	71
4.	Computertomographie mediastinaler und hilärer Lymphknotenmetastasen bei extra- thorakalen Malignomen	77
4.1.	Vorbemerkung	77
4.2.	Patientengut und Methodik	78
4.3.	Ergebnisse	79
4.4.	Diskussion	85
5.	Schlußbemerkung	88
	Zusammenfassung	90
	Literaturverzeichnis	94

Wertigkeit der Computertomographie bei der Beurteilung sekundärer Mediastinaltumoren

1. Einleitung

Die Entwicklung der Computertomographie (CT) in den frühen 70 er Jahren gilt nach wie vor als Meilenstein auf dem Gebiet der radiologischen Diagnostik. Besonders das hohe Dichteauflösungsvermögen sowie die überlagerungsfreie Darstellung der anatomischen und pathologischen Strukturen im axialen Schnittbild eröffnen der Computertomographie diagnostische Möglichkeiten, die mit sonstigen nicht invasiven radiologischen Untersuchungen nicht erreichbar sind.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die diagnostischen Möglichkeiten der Computertomographie bei mediastinalen Erkrankungen untersucht werden. Das Ziel ist die Überprüfung der Wertigkeit der Computertomographie in der Diagnostik sekundärer Mediastinaltumoren.

1.1. Topographische Anatomie und räumliche Einteilung

Als Mediastinum bezeichnet man den in Höhe von TH 1 -11 gelegenen Raum, der ventral vom Sternum und den benachbarten Rippenknorpeln, und dorsal durch die Wirbelsäule mit den zugehörigen Rippenansätzen begrenzt wird. Es erstreckt sich vom Diaphragma bis in Höhe der oberen Thoraxapertur, wo es kontinuierlich in die Halsweichteile übergeht. Die beiden seitlichen Begrenzungen bilden die Pleurae mediastinales (4,21,36,41).

Es existieren mehrere unterschiedliche Einteilungen des Mediastinums. In dieser Arbeit soll folgendes Schema Anwendung finden:

- Obere Thoraxapertur
- Vorderes und hinteres oberes Mediastinum
- Vorderes und hinteres unteres Mediastinum
- Hilusregion

Die obere Thoraxapertur stellt das Bindeglied zwischen den Halsorganen und den intrathorakal gelegenen Organ-systemen dar. Der relativ kleine Raum erstreckt sich vom 1. Brustwirbel zum Jugulum. Der dorsale Anteil liegt höher als der ventrale. Er folgt dem Verlauf der 1. Rippe (21).

Vorderes oberes Mediastinum wird derjenige Abschnitt des Mittelfells genannt, der durch folgende anatomische Strukturen begrenzt wird: Ventral durch das Sternum und die angrenzenden Rippen, dorsal durch die hintere Trachealwand, kranial durch die obere Thoraxapertur und kaudal durch eine horizontale Ebene in Höhe des Austrittes der Aorta ascendens aus dem linken Ventrikel. Als wichtigste Strukturen enthält das vordere obere Mediastinum von ventral nach dorsal die Arteria und Vena thoracica interna, den Thymus bzw. Thymusfettkörper, die Venenplatte (Vena cava superior und die zuführenden Venae brachiocephalicae), die Arterienstämme (Aorta ascendens mit Aortenbogen und Truncus pulmonalis mit seinen beiden Hauptästen), und schließlich dorsal die Trachea mit den Hauptbronchien. Parasternal liegen die Nodi lymphatici sternales, ventral

der Vena cava superior die Nodi lymphatici mediastinales anteriores und hinter den großen Gefäßen die Gruppe der tracheobronchialen Lymphknoten (21).

Das hintere obere Mediastinum wird ventral durch die dorsale Trachealwand, dorsal durch die Wirbelsäule und die angrenzenden Rippen, kranial durch die obere Thoraxapertur und kaudal durch eine Linie in Höhe des Austrittes der Aorta ascendens aus dem Herzschatten begrenzt.

In diesem Bereich verlaufen der Ösophagus, die Aorta descendens, der Ductus thoracicus sowie die Vena azygos, welche in Höhe von BWK 4 - 5 in die Vena cava superior mündet (21).

Entsprechend dem oberen Mediastinum teilt man das untere Mediastinum ebenfalls in einen vorderen und hinteren Abschnitt ein. Diese werden voneinander durch die hintere Herzwand getrennt. Kranial wird das untere Mediastinum durch die vorher beschriebene Linie in Höhe des Aortenaustrittes, kaudal durch das Diaphragma begrenzt.

Im vorderen unteren Mediastinum sind das Herz, die Nervi phrenici, die Vena cava inferior sowie die Gruppe der diaphragmalen Lymphknoten lokalisiert (21).

Die wichtigsten Organstrukturen im hinteren unteren Mediastinum sind der Ösophagus, die Aorta descendens, die Venae azygos und hemiazygos, der Ductus thoracicus und die paraösophagealen Lymphknoten (21).

Die Hilusregion stellt die Verbindung zwischen den mediastinalen Organen und der Lunge dar. Die Lymphknoten im Hilusbereich können ventral, dorsal, medial

und lateral der Hauptbronchien liegen. Sie werden aufgrund ihres häufigen Befalls bei intra- und extrathorakalen Tumoren später mitberücksichtigt.

1.2. Raumforderungen im Mediastinum

Das Mediastinum beinhaltet eine Vielzahl verschiedener Organsysteme. Dies hat zur Folge, daß die dort auftretenden Tumoren bezüglich ihrer Genese und Lokalisation sehr unterschiedlich sind. Man differenziert die im Mediastinum gelegenen Geschwülste in primäre und sekundäre Tumoren.

1.2.1. Primäre Mediastinaltumoren

Unter primären Mediastinaltumoren versteht man solide und zystische Raumforderungen, deren gemeinsames Merkmal die Neubildung aus mediastinalen Strukturen ist (21,41).

Gut- und bösartige Neubildungen des Thymus werden unter dem Begriff Thymom zusammengefaßt. Thymome sind überwiegend im vorderen oberen Mediastinum lokalisiert. Maligne Thymome wachsen meist infiltrierend, lymphogene oder hämatogene Metastasen sind selten (6 %) anzutreffen (4,12). Nach Sabiston machen die Thymome etwa 16 % aller Mediastinaltumoren aus (40).

Ebenfalls größtenteils im vorderen Mediastinum zu finden ist die Gruppe der teratoiden Zysten. Es handelt sich hierbei um versprengte Keimanlagen des ersten Furchungsstadiums. Entsprechend der unterschiedlichen Zusammensetzung aus den drei Keimblättern werden sie

unterteilt in Epidermoidzysten, Dermoidzysten und Teratome (4,21). Teratoide Zysten sind mit ca. 10-30 % an der Gesamtzahl der Mediastinaltumoren beteiligt (33,56,58).

Die vom Nervengewebe ausgehenden neurogenen Tumoren befinden sich fast ausschließlich im hinteren Mediastinum. Dies ist dadurch bedingt, daß solche Geschwülste ihren Ursprung meist im Grenzstrang oder den Interkostalnerven haben (4). Neurogene Tumoren stellen ca. 14 - 25 % aller Neoplasmen im Mediastinum dar (56).

Fehlbildungen während der Differenzierungsphase des Vorderdarms führen zur Ausbildung von bronchogenen und gastroenterogenen Zysten (4). Ausgehend von ihrem subcarinalen Ursprungsort findet man bronchogene Zysten in der Regel im ventralen Anteil des hinteren Mediastinums. Die gastroenterogenen Zysten sind dorsal davon paraösophageal oder prävertebral lokalisiert (21).

Mesothelzysten (Perikardzysten) entwickeln sich erst im Erwachsenenalter und imponieren vorwiegend als scharf begrenzte Raumforderungen im rechten Herz- Zwerchfellwinkel (vorderes unteres Mediastinum) (4).

Im Bereich der oberen Thoraxapertur stellt die intrathorakale Struma mit 5 - 11 % aller operierten mediastinalen Raumforderungen die häufigste Neoplasie dar (1). Als intrathorakal bezeichnet man eine Struma, wenn ihr größter Durchmesser unterhalb der oberen Thoraxapertur liegt (21).

In dieser Region des Mediastinums lassen sich als weitere von endokrinen Organen ausgehende Tumoren intrathorakale Nebenschilddrüsenadenome nachweisen. Man fin-

det sie in 5 - 15 % der Fälle mit primärem Hyperparathyreoidismus (26,45).

Die vom mesenchymalen Gewebe in bunter Vielfalt ausgehenden Tumoren sind mit 8 - 10 % aller Mediastinalgeschwülste relativ selten (14,58). Zu dieser Gruppe zählen z.B. Lipome, Xanthome, Myxome, Fibrome, Myome, Chondrome und Hämangiome, sowie ihre malignen Verlaufsformen. Die mesenchymalen Tumoren treten in allen genannten Abschnitten des Mediastinums auf (4,21).

1.2.2. Sekundäre Mediastinaltumoren

Vergrößerte mediastinale Lymphknoten werden allgemein als sekundäre Mediastinaltumoren bezeichnet. Hierzu zählen außer den reaktiv und entzündlich vergrößerten Lymphknoten vor allem Lymphome im Rahmen von lymphatischen Systemerkrankungen und Lymphknotenmetastasen extramediastinaler Primärtumoren. Nach Lyons und Sabiston stellen die lymphogenen Geschwülste mit 20 - 25 % zahlenmäßig den Hauptanteil aller mediastinalen Raumforderungen dar (24,40).

Reaktive Lymphknotenvergrößerungen kommen gelegentlich im Rahmen einer Pilzerkrankung (Aspergillose, Histio-plasmose, Aktinomykose u.a.) oder einer infektiösen Mononukleose vor. Auch andere Infektionen (Pertussis, Masern, Toxoplasmose etc.) oder Lungenerkrankungen (Tuberkulose, Silikose, Mykose etc.) können mit ein- oder doppelseitigen mediastinalen Lymphknotenvergrößerungen einhergehen (4). Dabei können die Lymphknoten bisweilen fein- bis grobschollige Kalkeinlagerungen aufweisen.

Entzündlich bedingt ist der hiläre oder mediastinale Lymphknotenbefall im Stadium I der Sarkoidose (Morbus Boeck). Die betroffenen Lymphknoten zeichnen sich durch eine polyzyklische Begrenzung, homogene Struktur und scharfe Abgrenzbarkeit aus. In typischer Weise befallen werden die Lymphknoten im Bereich beider Hili sowie paratracheal und in Bifurkationsnähe. Die Lymphknoten beim Morbus Boeck können Größen von über 5 cm erreichen (4). In 80 % der Fälle kommt es spontan zu einer kompletten Rückbildung der betroffenen Lymphknoten (57). Sekundäre Verkalkung und Vernarbung werden gelegentlich beobachtet.

Die hilären und paratrachealen Lymphknoten werden im Rahmen der Lymphknotentuberkulose meist einseitig befallen (4).

Die mediastinalen Lymphknotenvergrößerungen bei malignen lymphatischen Systemerkrankungen (Morbus Hodgkin und Non-Hodgkin-Lymphome) und bei metastasierenden extramediastinalen Primärtumoren stellen jedoch den wichtigsten Anteil sekundärer Mediastinaltumoren dar. Diese Raumforderungen sowie ihre computertomographische Beurteilbarkeit werden einzeln im Ergebnisteil dieser Untersuchung abgehandelt. Auf die oben beschriebenen reaktiv oder entzündlich bedingten Lymphknotenschwellungen soll später nicht näher eingegangen werden.

1.3. Computertomographische Beurteilung sekundärer Mediastinaltumoren

Entscheidend für die Therapie und Prognose von intra- und extramediastinalen Tumoren sowie von Systemerkrankungen ist deren Ausmaß und ihre Ausbreitung in media-

stinale oder hiläre Lymphknoten (13,21,23,27,32). Aufgrund der Überlagerungsfreien Darstellung und der wesentlich besseren Dichteauflösung besitzt die Computertomographie entscheidende Vorteile gegenüber konventionellen Röntgenuntersuchungen (3,8,21,41,43,52, 53). So können die in Kapitel 1.2.1. abgehandelten primären Mediastinalgeschwülste computertomographisch relativ leicht erkannt und differentialdiagnostisch eingeordnet werden. Erheblich mehr Schwierigkeiten bereitet die Darstellung und Beurteilung von mediastinalen Lymphknoten (21). Die Möglichkeit der Darstellung solcher Lymphknoten sowie eine Aussage über deren Dignität hängen in erster Linie von der Größe der Raumforderungen ab (27). Ein maligner Lymphknotenbefall zeichnet sich hauptsächlich durch eine Größenzunahme der betreffenden Strukturen aus. Nach Sommer und Stanley sind deshalb Lymphknoten als sicher pathologisch zu werten, wenn ihr Durchmesser mehr als 2 cm beträgt. Als verdächtig werden Lymphknoten mit einem Durchmesser von 1 - 2 cm eingestuft. Lymphknoten unter 1 cm werden computertomographisch als unverdächtig gewertet (44,47). Hierbei kann jedoch die Computertomographie nicht zwischen entzündlich vergrößerten und metastatisch befallenen Lymphknoten unterscheiden.

Relativ ungenau für die Beurteilung von Lymphknoten sind deren Dichtewerte. Sie liegen bei normalen wie auch bei befallenen Lymphknoten bei 30 - 40 HE, sind also differentialdiagnostisch nicht zu verwerten. Dichteveränderungen treten nur bei zentral nekrotischen oder sekundär verkalkten Lymphknoten auf, wobei sogar bei vorhandenen Kalkeinlagerungen ein Befall z.B. im Rahmen eines malignen Lymphoms nicht ausgeschlossen werden kann (27,52).

Ein weiteres wichtiges Kriterium zur genauen Darstellung und Beurteilung mediastinaler Lymphknoten ist deren Lagebeziehung zu benachbarten Mediastinalstrukturen. Befinden sich Lymphknoten in der Nähe von longitudinal verlaufenden Strukturen (Aorta ascendens, Aorta descendens, Trachea, Vena cava, Ösophagus), so sind sie in der Regel im axialen Strahlengang der Computertomographie gut nachweisbar. Schwierig wird die Diagnostik dann, wenn die Lymphknoten den schräg zur axialen Ebene oder in der axialen Ebene verlaufenden Strukturen benachbart sind (16,27).

In unklaren Fällen kann durch intravenöse Kontrastmittelgabe zwischen Lymphknoten und Gefäßen unterschieden werden.

Die hilären Lymphknoten sind vor allem bei zentralen hilusnahen Karzinomen schlecht vom Primärtumor abzugrenzen. Ein exaktes Staging des Tumors kann somit nicht erfolgen. Infiltriert oder ummauert ein Tumor mediastinale Strukturen, so sind die in diesem Bereich gelegenen Lymphknoten ebenfalls nur selten zu differenzieren. Auch komplette Atelektasen einzelner Lungenlappen erschweren die genaue Beurteilung benachbarter mediastinaler Lymphknoten.

Wie sämtliche anatomischen Strukturen sind auch die mediastinalen Lymphknoten im Computertomogramm besonders gut nachweisbar, wenn sie von ausreichend Fettgewebe umgeben sind (3,27). Abgrenzungsschwierigkeiten infolge mangelnden Fettsaumes treten vor allem bei Lymphknoten im Bereich des Hilus, des aortopulmonalen Fensters und distal der Carina auf (27).

Eine exakte Differentialdiagnose der vergrößerten Lymphknoten hinsichtlich des zugrundeliegenden Primär-

tumors läßt sich computertomographisch nur selten stellen. Charakteristische Bilder kommen nur bei einzelnen lymphatischen Systemerkrankungen vor, werden aber auch gelegentlich mit primären Mediastinalgeschwülsten verwechselt. Die exakte histologische Sicherung der Grundkrankheit kann durch die Computertomographie nicht ersetzt werden (21,27,44).

In den folgenden Kapiteln soll zunächst die Wertigkeit der Computertomographie im Rahmen des Stagings von Bronchialkarzinomen abgehandelt werden. Desweiteren soll untersucht werden, inwieweit lymphatische Systemerkrankungen und extrathorakale Primärtumoren ein unterschiedliches Metastasierungsverhalten in mediastinale Lymphknoten aufweisen.

2. Computertomographie des Mediastinums bei Patienten mit histologisch gesichertem Bronchialkarzinom

2.1. Vorbemerkung

Das Bronchialkarzinom stellt bei Männern die häufigste maligne Raumforderung dar. Jährlich fallen in der Bundesrepublik Deutschland etwa 20 000 Menschen diesem Tumorleiden zum Opfer (48). Das mittlere Sterbealter der Erkrankung liegt bei 66,4 Jahren, ca. 90 % der betroffenen Patienten sind Männer (25,50). In den letzten Jahren wird jedoch ein zunehmender Befall von Frauen registriert. Die schlechte Prognose des Bronchialkarzinoms hat sich auch durch die Erweiterung diagnostischer und therapeutischer Möglichkeiten nicht wesentlich verbessert. Nach einer 1976 veröffentlichten Statistik weisen operierte Patienten durchschnittlich eine 5-Jahres-Überlebensrate von 23 % auf. Diese reduziert sich jedoch auf 2 % bei inoperablen Patienten, die nur strahlen- und/oder chemotherapeutisch behandelt werden können (15).

Die Operabilität eines bronchialen Tumors wird außer von allgemeinen Operabilitätskriterien vor allem von der Histologie und dem präoperativ festgestelltem Tumorstadium abhängig gemacht:

Histologisch unterscheidet man zwischen der Gruppe der nicht kleinzelligen Tumoren (z.B. Plattenepithel-Ca., Adeno-Ca., großzelliges Ca.) und dem kleinzelligen Bronchialkarzinom. Zur genaueren Differenzierung des Tumorstadiums nicht kleinzelliger Neoplasmen wurde die TNM-Einteilung der UICC von der Projektgruppe "Bronchialkarzinom" des Tumorzentrums München leicht modifiziert. Unterteilt wurde das Stadium N₂ (Befall media-

stinaler Lymphknoten) in einem Stadium N_{2a} (homolateraler mediastinaler Lymphknotenbefall) und ein Stadium N_{2b} (kontralateraler Lymphknotenbefall) (Tab. 1).

Tab.1 Modifizierte TNM-Klassifikation der Bronchialkarzinome (vereinfacht)

T ₀	kein Tumor
T ₁	Tumor $\leq$ 3 cm, keine Infiltration
T ₂	-Tumor > 3 cm, Abstand zur Carina > 2 cm -Tumor jegl. Größe mit Atelektase oder Entzündung weniger als eines Lungenflügels
T ₃	-Tumor jegl. Größe mit Infiltration med. Strukturen -Tumor mit Abstand zur Carina < 2 cm -Tumor jegl. Größe mit Atelektase oder Entzündung eines ganzen Lungenflügels -Tumor mit Pleuraerguß
N ₀	kein regionärer Lymphknotenbefall
N ₁	Befall peribronchialer Lymphknoten und / oder homolateraler Hiluslymphknoten
N _{2a}	Befall homolateraler LK im Mediastinum
N _{2b}	Befall kontralateraler LK im Mediastinum
M ₀	keine Fernmetastasen
M ₁	Fernmetastasen vorhanden

Eine Operation mit eventueller lokaler Nachbestrahlung ist nach den Richtlinien des Tumorzentrums München nur bei nicht kleinzelligen Tumoren indiziert. Zudem dürfen die Patienten weder einen kontralateralen Lymphknotenbefall, noch eine bereits eingetretene Fernmetastasierung aufweisen (Stadium T_{1-3} , N_{0-2a} , M_0).

Bei kleinzelligen Bronchialkarzinomen wird der TNM-Klassifikation die Untergliederung des Krankheitsstadiums in "limited" und "extensive disease" vorgezogen.

Die vorhin beschriebene 5-Jahres-Überlebensquote operierter Patienten liegt zwischen 30 und 45 %, falls noch keine Metastasierung in mediastinale Lymphknoten stattgefunden hat (29,30). Sind jedoch mediastinale Lymphknoten befallen, was bereits bei 33 % bis über 50% der Patienten zum Zeitpunkt der Diagnosestellung der Fall ist, sinkt die 5-Jahres-Überlebensrate auf unter 10 % (29,30,44).

Für die Prognose des Bronchialkarzinoms sowie die Wahl der jeweils bestmöglichen Therapieform ist somit der Nachweis mediastinaler Lymphknotenvergrößerungen von entscheidender Bedeutung (13,23,27). Hinsichtlich der computertomographischen Aussage über die Dignität der Lymphknoten gibt es unterschiedliche Auffassungen: Osborne wertet in einer vergleichenden Studie Lymphknoten als pathologisch, wenn sie die Größe von 0,6 cm überschreiten (35). Sommer, Lewis und Vock beurteilen Lymphknotenvergrößerungen über 1 cm als metastasenverdächtig, während Müller eine pathologische Vergrößerung erst bei einem Durchmesser von mehr als 1,5 cm annimmt (20,31,44,51). Walter schließlich betrachtet Lymphknoten dann als metastatisch befallen, wenn computertomographisch ihre Ausdehnung mehr als 2 cm beträgt (55).

Läßt sich aufgrund solcher Größenbestimmungen der mediastinale Lymphknotenbefall bei Bronchialkarzinomen computertomographisch mit ausreichender Sicherheit richtig nachweisen, so kann man die Frage der Operabilität bereits mittels der thorakalen Computertomographie klären. Die Indikation zu invasiven, für den Patienten nicht risikofreien Diagnoseverfahren wie Mediastinoskopie oder Thorakotomie kann dadurch strenger gestellt werden.

2.2. Patientengut und Methodik

Von Februar 1980 bis September 1982 wurden im Klinikum Großhadern 87 Patienten mit hochgradigem Verdacht auf Bronchialkarzinom vor Therapiebeginn computertomographisch untersucht. Ziel der Untersuchungen war die Bestätigung bzw. der Ausschluß des Primärtumors, die Beurteilung der Tumorausdehnung und die Überprüfung der mediastinalen Lymphknoten.

Die CT-Untersuchung wurde mit einem Rotationsscanner vom Fächerstrahlprinzip (Somatom 2, Fa. Siemens Erlangen) durchgeführt. Bei einer Scanzeit von 5 Sekunden wurde in der Regel lückenlos von der oberen Thoraxaperatur bis in Höhe der Zwerchfellschenkel in 8 mm Abständen geschichtet. Die Gantry-Neigung betrug 0°. Kontrastmittel wurde in unklaren Fällen zur besseren Abgrenzung von Tumor oder Lymphknoten und Gefäßen verabreicht.

16 der 87 untersuchten Patienten hatten kein Bronchialkarzinom. Der Tumorausschluß erfolgte bei 7 Patienten operativ, bei den restlichen 9 Patienten durch andere diagnostische Maßnahmen (Mediastinoskopie, Broncho-

skopie, Feinnadelpunktion, klinische Verlaufskontrolle).

Bei weiteren 3 Patienten blieb der endgültige Befund ungeklärt. Sie werden aufgrund der fehlenden Histologie in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Ein histologisch gesichertes Bronchialkarzinom lag somit bei 68 Patienten vor (Tab. 2).

In Tabelle 3 ist aufgeführt, auf welche Weise Gewebe für die histologische Untersuchung gewonnen wurde.

Tab. 2 Histologie der gesicherten Bronchialkarzinome
(n = 68)

37	Plattenepithel-ca.
11	Kleinzellige Ca.
10	Adeno-ca.
6	Großzellige Ca.
4	andere (undiff. ...)

Tab. 3 Art der histologischen Sicherung (n = 68)

22	Operation (n = 2 als Probethorakotomie beendet)
15	Mediastinoskopie
16	Bronchoskopie
6	Feinnadelpunktion
6	Exstirpation einer oberflächlichen Metastase
3	sonstige

Das durchschnittliche Alter der Patienten betrug zum Zeitpunkt der computertomographischen Untersuchung 60,6 Jahre. Die Geschlechtsverteilung war mit 58 : 10 deutlich auf die Seite der Männer verschoben.

Zur Überprüfung, ob der jeweilige bronchiale Primärtumor im Computertomogramm richtig nachzuweisen und zu differenzieren war, wurde die bei allen 84 Patienten vor Therapiebeginn aufgestellten CT-Diagnose mit der endgültigen, histologisch gesicherten Diagnose verglichen.

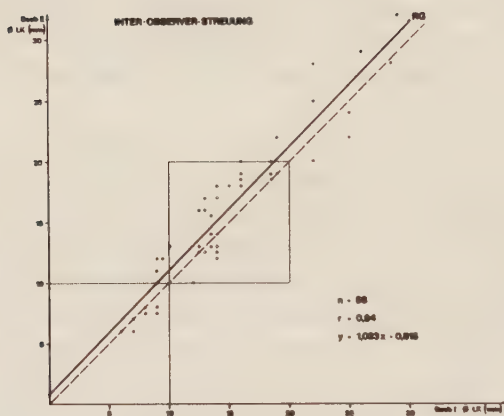
Zusätzlich konnten bei insgesamt 35 operierten oder mediastinoskopierten Tumorpatienten die Aussage der Computertomographie über die Dignität der mediastinalen und hilären Lymphknoten überprüft werden. Hierzu wurde zunächst die Größe der im Computertomogramm abgrenzbaren mediastinalen und hilären Lymphknoten bestimmt. Dann erfolgte retrospektiv ohne Kenntnis der Histologie nach folgendem Schema die Klassifizierung der betreffenden Lymphknoten (Tab. 4):

Tab. 4 Klassifizierung mediastinaler und hilärer Lymphknoten im Rahmen des Stagings

LK < 1,0 cm	unverdächtig
LK 1,0 - 2,0 cm	Verdacht auf Metastase; weitere Abklärung notwendig
LK > 2,0 cm	Metastase

Da die Durchmesserbestimmung der Lymphknoten die Voraussetzung für die richtige Klassifizierung darstellt, wurden die Messungen von zwei unabhängigen Untersuchern durchgeführt.

Die Darstellung der Inter-Observer-Streuung zeigt
Abbildung 1:



Erläuterungen zu Abb. 1:

Die gestrichelte Linie stellt die Ideallinie dar, d.h. Übereinstimmung zwischen Beobachter I und Beobachter II. Die drei Quadrate entsprechen den vorhin aufgeführten Einteilungen der mediastinalen bzw. hilären Lymphknoten.

Die Regressionsgerade liegt oberhalb der Ideallinie. Dies bedeutet, daß Beobachter II die Lymphknoten im Durchschnitt um 0,8 mm größer gemessen hat als Beobachter I.

Der Korrelations-Koeffizient beträgt 0,94.

Nach erfolgter Größenbestimmung und Klassifizierung der betreffenden Lymphknoten wurde der jeweilige computertomographische Befund mit den entsprechenden histopathologischen Ergebnissen verglichen.

2.3. Ergebnisse

2.3.1. Primärtumornachweis

Von den insgesamt 68 Patienten mit Bronchialkarzinom konnte der Primärtumor computertomographisch in 67 Fällen richtig lokalisiert und diagnostiziert werden. Ein infiltrierendes kleinzelliges Bronchialkarzinom wurde als Morbus Hodgkin mit ausgedehntem mediastinalen Befall fehlgedeutet (Abb. 2).

Dies hatte für den Patienten jedoch keine weiteren Konsequenzen, da der Tumor aufgrund der Histologie und der großräumigen Infiltration inoperabel war. Als einige Tage nach der CT-Untersuchung bronchoskopisch der Nachweis eines kleinzelligen Bronchialkarzinoms gelang, konnte die adäquate Chemotherapie begonnen werden.

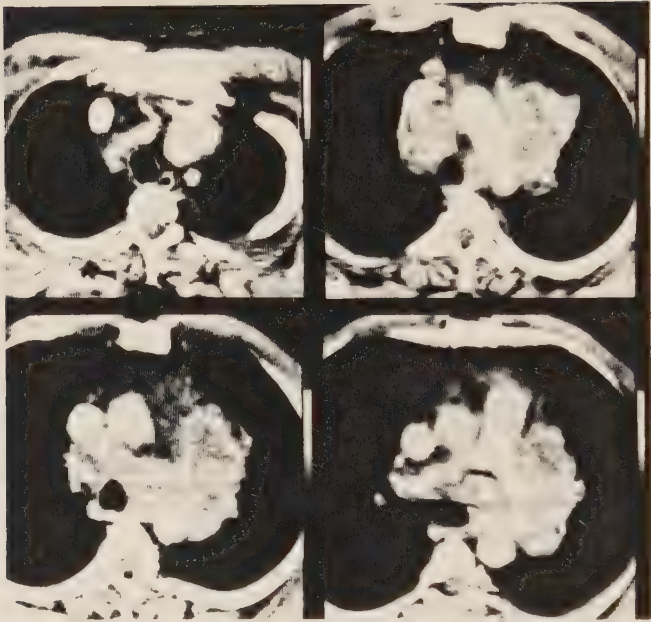


Abb. 2 Kleinzelliges Bronchialkarzinom
 CT: Ausgedehnte Raumforderung im vorderen und
 hinteren Mediastinum mit Ummauerung der großen
 Gefäße und der Trachea, V.a. Morbus Hodgkin
 Histologie: Infiltrierendes kleinzelliges
 Bronchialkarzinom

Bei 9 von insgesamt 16 nicht an einem Bronchialkarzinom erkrankten Patienten wurde das Vorliegen eines bronchialen Neoplasmas computertomographisch ausgeschlossen. Diese Patienten waren erkrankt an Pneumonien ($n = 2$), Mesotheliomen ($n = 2$), Tuberkulose ($n = 1$) sowie an einer pulmonalen Nocardiose. Trotz der computertomographischen Aussagen wurden aufgrund anderer Verdachtsmo-

mente 2 der angesprochenen Patienten operativ mit atypischer Lappenresektion behandelt. Histologisch ließ sich hierbei jeweils die Diagnose einer chronisch carnifizierenden Pneumonie stellen.

3 Patienten wiesen computertomographisch sowie histologisch keinerlei pathologisches Geschehen auf.

In folgenden 4 Fällen erbrachte die Computertomographie falsch positive Ergebnisse:

Als Bronchialkarzinom fehlgedeutet wurde einmal die Metastase eines Nierenkarzinoms. Der computertomographisch beschriebene Rundherd konnte jedoch wenig später durch eine gezielte Feinnadelpunktion als Metastase identifiziert werden. Eine umschriebene, karzinomverdächtige Raumforderung am rechten Hilus stellte sich bei der Operation als intrabronchiales Lipom des rechten Mittel- und Unterlappens mit Bronchiektasen und Retentionspneumonie heraus. Die Geschwulst und beide Atelektasen waren auch im Computertomogramm sichtbar, die Fehlinterpretation betraf aber die Dignität des Prozesses. Therapeutisch wurde eine Bilobektomie durchgeführt. Ebenfalls falsch beurteilt wurde ein kleiner Rundherd mit streifigen Ausläufern zur Pleura, der histologisch nach erfolgter atypischen Oberlappenresektion als verkästes Tuberkulom klassifiziert wurde. Eine später broncho- mediastinoskopisch gesicherte Pilzpneumonie konnte nicht von einem tumorösen Prozeß unterschieden werden. Es wurde hierbei radiologisch ein postentzündliches Infiltrat nur differentialdiagnostisch in Erwägung gezogen.

Bei 3 Patienten war ein extrathorakaler Primärtumor zum Zeitpunkt der computertomographischen Untersuchung bereits bekannt. Hierbei konnte nicht zwischen einer Lungenmetastase und einem eventuellen Zweittumor des

Bronchialsystems unterschieden werden. Die Diagnose Lungenmetastase wurde durch gezielte Feinnadelpunktion ($n = 2$) oder bronchoskopisch ($n = 1$) gestellt.

Tab. 5 Primärtumornachweis ($n = 84$)

richtig		falsch		extrathorak.
positiv	negativ	positiv	negativ	Tu. bekannt
67	9	4	1	3

Somit ergab sich für die Computertomographie bei Bronchialkarzinomen eine Treffsicherheit (Anteil der richtig positiven und richtig negativen Aussagen) von 93,8 %.

Die Sensitivität gibt Aufschluß darüber, in welchem Maße die später histologisch gesicherten Bronchialkarzinome computertomographisch richtig diagnostiziert wurden. Sie lag bei 98,5 %.

Die hiervon zu unterscheidende Wahrscheinlichkeit, daß sich ein im CT beschriebener Tumor tatsächlich als Karzinom herausstellt, betrug 94,4%.

Die Spezifität läßt erkennen, ob bei allen nicht an Bronchialneoplasmen erkrankten Patienten computertomographisch der entsprechende Tumorausschluß erfolgen konnte. Die Spezifität betrug 69,2 %.

Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Bronchialkarzinom vorlag, obwohl das Computertomogramm dafür keinen Anhalt

sah, lag bei 10,0 %. 90,0 % der computertomographisch unverdächtigen Fälle waren folglich auch histologisch kein Karzinom.

Tab. 6 Wertigkeit der CT bei der Diagnose von Bronchialkarzinomen

$$\text{Treffsicherheit} = \frac{\text{richtig pos} + \text{richtig neg}}{n} = 93,8\%$$

$$\text{Sensitivität} = \frac{\text{richtig pos}}{\text{richtig pos} + \text{falsch neg}} = 98,5\%$$

$$\text{positive Vorhersage-} \\ \text{wahrscheinlichkeit} = \frac{\text{richtig pos}}{\text{richtig pos} + \text{falsch pos}} = 94,4\%$$

$$\text{Spezifität} = \frac{\text{richtig neg}}{\text{richtig neg} + \text{falsch pos}} = 69,2\%$$

$$\text{negative Vorhersage-} \\ \text{wahrscheinlichkeit} = \frac{\text{richtig neg}}{\text{richtig neg} + \text{falsch neg}} = 90,0\%$$

2.3.2. Abklärung der Operabilität

Nur bei 22 der insgesamt 68 an Bronchialkarzinomen erkrankten Patienten wurde eine operative Behandlung angestrebt. Davon wurde bei 2 Patienten intraoperativ eine Infiltration des Mediastinums festgestellt, so daß in diesen Fällen der geplante kurative Eingriff als

Probethorakotomie beendet werden mußte. Der entsprechende mediastinale Befund (Infiltration des Aortenbogens bzw. Tumoreinbruch ins hintere Mediastinum) war jedoch in beiden Fällen zuvor computertomographisch richtig beschrieben worden (Abb. 3 und 4).

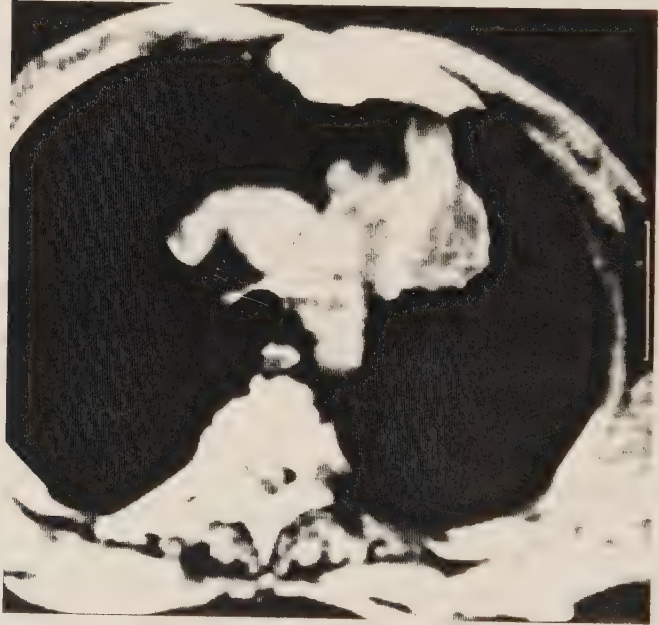


Abb. 3 Bronchialkarzinom im linken Oberlappen
CT: V.a. Infiltration des Aortenbogens, durch
Probethorakotomie bestätigt

Primär inoperabel waren 46 Patienten. Für den Ausschluß der Operabilität waren die Ergebnisse mehrerer Untersuchungsverfahren zum großen Teil in Kombination miteinander verantwortlich:

Computertomographisch konnten bei 25 der 46 Patienten

Kriterien der Inoperabilität erkannt werden. Dazu zählten kontralaterale mediastinale Lymphknotenmetastasen, Fernmetastasen und der Nachweis einer weitgehenden mediastinalen Infiltration.

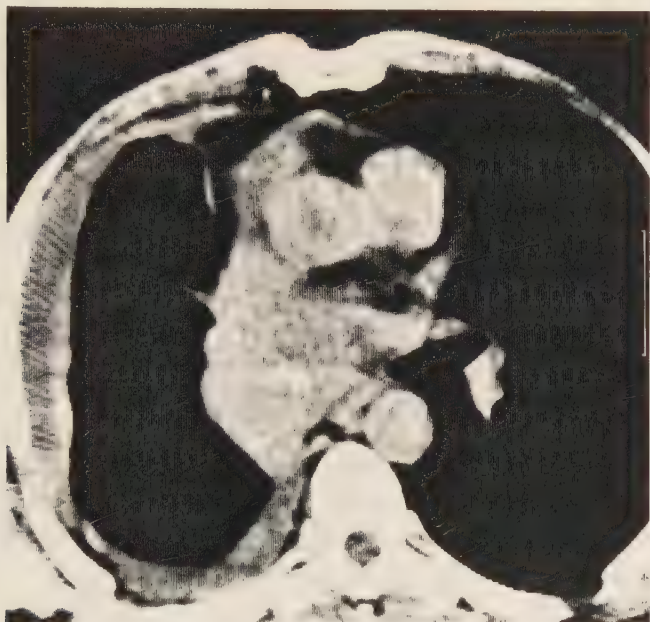


Abb. 4 Zentrales Bronchialkarzinom im rechten Mittellappen mit Mittel- und Unterlappenatektase bei zusätzlichem rechtsseitigen Pleuraerguß

CT: Tumorummauerung des rechten Hauptbronchus mit Einbruch in das hintere Mediastinum
 Probethorakotomie: Inoperables Bronchialkarzinom, entsprechend dem CT-Befund

In 7 Fällen ergänzten entsprechende Ergebnisse der Broncho-Mediastinoskopie die Aussagen der Computertomographie. Bei 4 Patienten gelang zusätzlich mit Hilfe von weiteren Untersuchungen (z.B. Knochenszintigraphie) der Nachweis von Fernmetastasen.

In 8 Fällen begründeten die oben erwähnten Aussagen der Computertomographie kombiniert mit dem histologischen Befund eines kleinzelligen Bronchialkarzinoms die Inoperabilität. (Anmerkung: 2 Patienten dieser Gruppe wiesen durch erfolgtem Nachweis von Fernmetastasen ein drittes Kriterium auf, das die Operabilität ausschloß.)

Bei 7 Patienten führten primär die Aussagen der Broncho-Mediastinoskopie dazu, daß der Tumor als nicht operabel eingestuft wurde. 3 dieser Patienten waren wegen klinischer Parameter nicht operabel.

Ausschließlich aufgrund klinischer Befunde (kardio-pulmonale Risiken, reduzierter Allgemeinzustand etc.) konnte bei 12 Patienten eine ausgedehnte Operation nicht mehr durchgeführt werden.

Schließlich war in 2 weiteren Fällen die Histologie des Tumors allein dafür verantwortlich, daß als Therapie nur eine Chemotherapie oder Bestrahlung in Frage kam.

Tab. 7 Kriterien der Inoperabilität (n = 46 Patienten)

	CT	BMS	Klinik	M 1	Histol.
CT	6	7	-	4	8*
	BMS	4	3	-	-
		Klinik	12	-	-
			M 1	-	-
				Histol.	2

(* Anmerkung: 2 Patienten dieser Gruppe wiesen zusätzlich Fernmetastasen auf).

CT = Befund der Computertomographie

BMS = Ergebnisse der Broncho- Mediastinoskopie

Klinik = Klinische Diagnosen, die eine Operation ausschlossen

M 1 = nicht durch das CT festgestellte Fernmetastasierung

Histol. = Histologisch gesicherter kleinzelliger Primärtumor

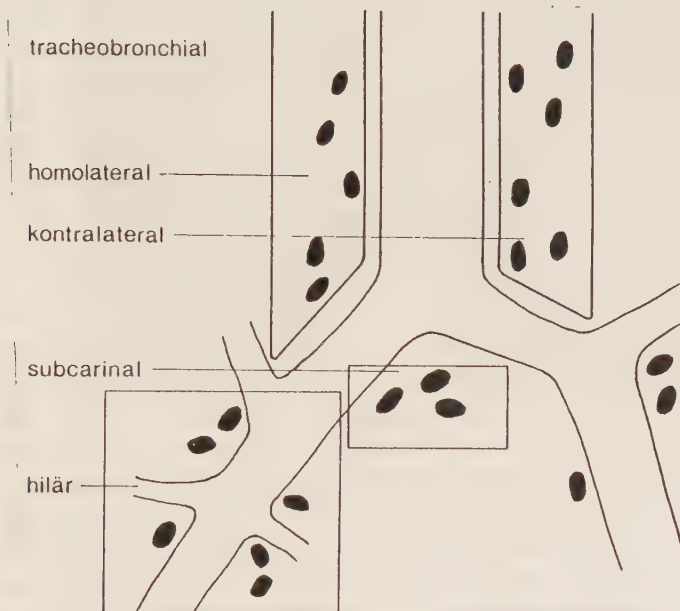
2.3.3. Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten

Die Aussagen der Computertomographie über mediastinale und hiläre Lymphknoten konnten bei insgesamt 35 operierten oder mediastinoskopierten Patienten histologisch überprüft werden. Mit dem Ziel einer besseren Differenzierung der Ergebnisse wurde eine Einteilung in hiläre (bronchopulmonale), subcarinale und tracheobronchiale Lymphknoten vorgenommen. Die Gruppe der tracheobronchialen Lymphknoten wurde entsprechend dem Primärtumorsitz weiter unterteilt in homolaterale und kontralaterale Lymphknoten.

Da ein Befall der hilären Lymphknoten der Gegenseite in diesem Krankengut nicht vorkam, wurde auf eine solche Unterteilung im Bereich des Lungenhilus verzichtet (Abb. 5).

Lymphknoten, die computertomographisch nicht abgrenzbar oder aufgrund der Größe (< 1 cm) unverdächtig waren, wurden als richtig negativ eingestuft, sofern sie histologisch keinen Anhalt für Malignität aufwiesen. Die Ergebnisse der Computertomographie wurden als richtig positiv bezeichnet, wenn histologisch gesicherte Lymphknotenmetastasen im CT die Größe von 1 cm überschritten hatten. Als falsch positiv bzw. negativ wurden alle Diagnosen eingestuft, wenn die Dignitätsaussage anhand der computertomographischen Größenbestimmung nicht mit den histopathologischen Ergebnissen übereinstimmte.

Abb. 5 Beispiel einer schematischen Einteilung der Lymphknotenstationen bei rechtsseitigen Bronchialkarzinomen



2.3.3.1. Lymphknoten im Bereich des Lungenhilus

Bei insgesamt 18 Patienten mit Bronchialkarzinom wurden die hilären Lymphknoten histologisch untersucht.

In 9 von 10 Fällen, in denen computertomographisch keine oder ihrer Größe nach unverdächtige Lymphknoten beschrieben wurden, konnte auch histologisch ein metastatischer Befall der entsprechenden Strukturen ausgeschlossen werden.

Ein im CT als Teil eines ausgedehnten Neoplasmas beschriebener knolliger Hilustumor stellte sich histologisch als Metastase eines kleinzelligen Bronchialkarzinoms heraus. Computertomographisch waren in diesem Fall die hilären Lymphknoten nicht vom zentral sitzenden Primärtumor abzugrenzen. Dieselben Schwierigkeiten traten bei 3 weiteren Patienten auf. Histologisch konnte hierbei aus den entnommenen Hilus- Lymphknoten jedoch kein metastatisches Gewebe gewonnen werden, so daß die Computertomographie nur in einem Fall ein falsch negatives Ergebnis erbrachte.

Bei 7 Patienten konnten im CT hiläre Lymphknoten einer Größe von 1 - 2 cm abgegrenzt werden. Bei Lymphomen dieser Größe wird der Verdacht auf das Vorliegen von Metastasen geäußert und eine weitere Abklärung empfohlen. Nur 3 der 7 als verdächtig eingestuften Lymphknoten erwiesen sich auch histologisch als Metastasen eines Bronchialkarzinoms. Bei 4 Patienten fand sich zwar operativ oder mediastinoskopisch das dem CT-Befund entsprechende Korrelat. Histologisch wurde jedoch das Vorliegen von Lymphknotenmetastasen ausgeschlossen. Diese falsch positiv beurteilten Lymphknoten waren anthrakotisch oder entzündlich bzw. postspezifisch verändert.

In einem Fall fiel computertomographisch ein Lymphknoten mit einem Durchmesser von mehr als 2 cm auf. Histologisch konnte der metastatische Befall nachgewiesen werden (Abb. 6).

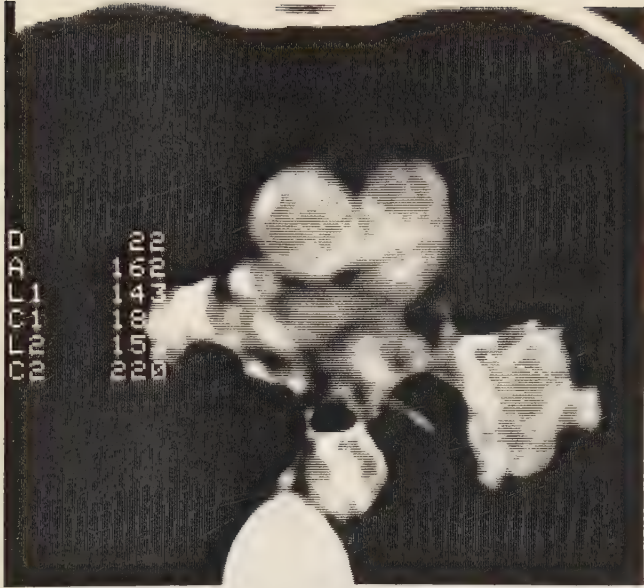


Abb. 6 Kleinzelliges Bronchialkarzinom im linken Oberlappen

CT: Lymphknotenmetastase (Durchmesser 2,2 cm) am linken Hilus

Histologie: Lymphknotenmetastase

Tab. 8 Hiläre Lymphknoten (n = 18 Patienten)

Histo. CT	Metastase	entzündl. anthrakot. postspezif.	total
keine LK	1*	5**	6
LK < 1 cm	0	4	4
LK 1 - 2 cm	3	4	7
LK > 2 cm	1	0	1

* n = 1 vom Primärtumor nicht abgrenzbar

**n = 3 vom Primärtumor nicht abgrenzbar

Bei einer pathologischen Wertung von Lymphknoten > 1 cm ergab sich gemäß den Formeln auf S. 24 für die Computertomographie des Hilus eine Treffsicherheit von 72,2 %, eine Sensitivität von 80,0 % und eine Spezifität von 69,2 %. Die positive Vorhersagewahrscheinlichkeit lag bei 50,0 %, die negative Vorhersagewahrscheinlichkeit bei 90,0 % (siehe auch Tab. 13).

2.3.3.2. Subcarinale Lymphknoten

Die Korrelation histologischer und computertomographischer Befunde konnte bei insgesamt 12 Patienten mit subcarinalen Lymphknoten erfolgen.

Sämtliche computertomographisch als unverdächtig klassifizierten Lymphknoten (< 1 cm) waren postentzündlich oder anthrakotisch verändert.

Bei 5 Patienten mit computertomographisch verdächtigen Lymphknoten konnte in 4 Fällen das Vorliegen von subcarinalen Metastasen bestätigt werden (Abb. 7).

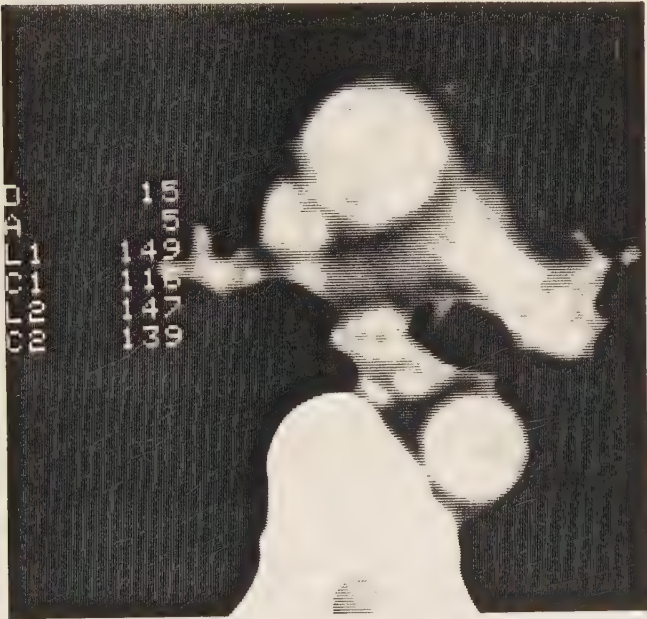


Abb. 7 Peripheres Bronchialkarzinom im linken Unterlappen

CT: Metastasenverdächtiger Lymphknoten (Durchmesser 1,5 cm) subcarinal

Histologie: Metastase eines Plattenepithelkarzinoms

1 Patient wies zwar vergrößerte, aber nicht metastatisch befallene Lymphknoten auf.

Sekundäre Raumforderungen mit einem Durchmesser von mehr als 2 cm waren unterhalb der Trachealbifurkation nicht vorhanden.

Tab. 9 Subcarinale Lymphknoten (n = 12 Patienten)

Histo. CT	Metastase	entzündl. anthrakot postspezif.	total
keine LK	0	5*	5
LK < 1 cm	0	2	2
LK 1-2 cm	4	1	5
LK > 2 cm	0	0	0

* n = 1 vom Primärtumor nicht abgrenzbar

Somit betrug der Anteil richtig beurteilter Lymphknoten in der Subcarinalregion 91,7 % (Treffsicherheit). Die Sensitivität als Maß dafür, inwieweit histologisch gesicherte Metastasen zuvor im CT als solche erkannt wurden, lag bei 100,0 %. Die Spezifität gibt an, ob bei allen nicht metastatisch befallenen Lymphknoten computertomographisch der entsprechende Metastasenausschluß erfolgen konnte. Dafür errechnete sich der Wert von 87,5 %. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein im CT verdächtig erscheinender Lymphknoten wirklich metastatisch befallen war, betrug 80,0 %. Die entsprechende

Wahrscheinlichkeit, daß computertomographisch unverdächtige oder nicht beschriebene Strukturen auch histologisch tumorfrei waren, lag bei 100,0 % (siehe auch Tab. 13).

2.3.3.3. Tracheobronchiale homolaterale Lymphknoten

Ebenfalls keine falsch negativen Ergebnisse erbrachte die Computertomographie der tracheobronchialen homolateralen Lymphknoten. 9 Personen wiesen computertomographisch unverdächtige Lymphknoten (< 1 cm) auf. Bei diesen Strukturen war auch histologisch kein Anhalt für Malignität gegeben. Ebenfalls tumorfrei waren in 3 Fällen die Lymphknoten, die zum Teil infolge mangelnder Abgrenzbarkeit vom Primärtumor computertomographisch nicht beschrieben wurden.

Die pathologische Wertung von Lymphknoten einer Größe von 1 - 2 cm führte in dieser Region des Mediastinums zu einem hohen Anteil falsch positiver Aussagen. Bei insgesamt 11 Patienten äußerte die Computertomographie den Verdacht auf metastatischen Befall der abgegrenzten Lymphome. Histologisch konnte dies jedoch nur in 5 Fällen bestätigt werden.

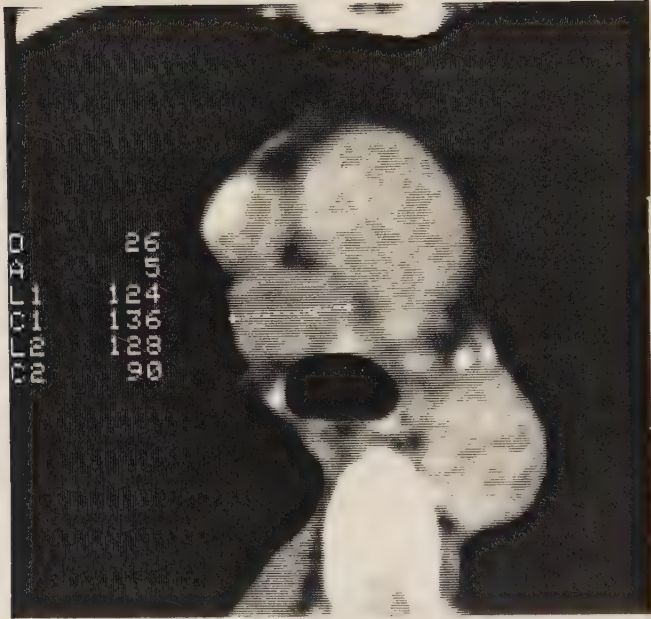


Abb. 8 Kleinzelliges Bronchialkarzinom im rechten Oberlappen

CT: Lymphknotenmetastase (Durchmesser 2,6 cm)
tracheobronchial homolateral

Histologie: Lymphknoten unspezifisch entzündlich
verändert, kein Anhalt für Malignität

Selbst Lymphknoten, die im CT die Größe von 2 cm überschritten, waren nicht ausnahmslos befallen. So fanden sich bei 2 operierten oder mediastinoskopierten Patienten erheblich über die Norm vergrößerte Lymphome (2,5 cm), histologisch waren diese jedoch nur entzündlich oder anthrakotisch verändert (Abb. 8). Bei 5 weiteren

Patienten mit solch stark vergrößerten Lymphknoten stimmte die computertomographische Dignitätsaussage mit den histopathologischen Ergebnissen überein (Abb. 9).

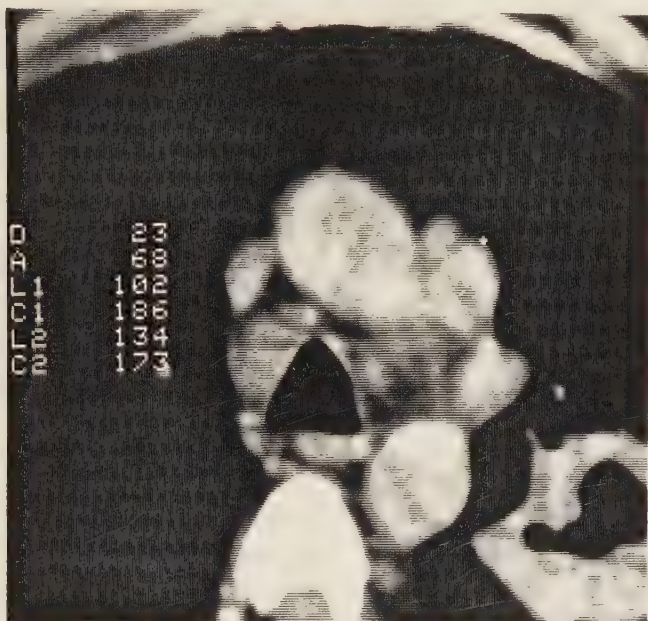


Abb. 9 Peripheres Bronchialkarzinom im linken Oberlappen

CT: Homolaterale Lymphknotenmetastase (Durchmesser 2,3 cm) lateral des Aortenbogens

Histologie: Lymphknotenmetastase

Tab. 10 Tracheobronchiale homolaterale Lymphknoten
(n = 30 Patienten)

Histol. CT	Metastase	entzündl. anthrakot. postspezif.	total
keine LK	0	3*	3
LK < 1 cm	0	9	9
LK 1-2 cm	5	6	11
LK > 2 cm	5	2	7

* n = 2 vom Primärtumor nicht abgrenzbar

Für die Treffsicherheit computertomographischer Aussagen ergab sich für diese Lymphknotengruppe ein Wert von 73,3 %. Die Sensitivität und die negative Vorhersagewahrscheinlichkeit betrug 100,0 %, da wiederum keine falsch negativen Aussagen erfolgt waren. Die Spezifität und die positive Vorhersagewahrscheinlichkeit lagen bei 60,0 % bzw. 55,6 %.

2.3.3.4. Tracheobronchiale kontralaterale Lymphknoten

Ähnliche Ergebnisse erbrachte der Vergleich von computertomographischen und histologischen Befunden bei kontralateralen tracheobronchialen Lymphknoten, der bei insgesamt 19 Patienten erfolgte.

In keinem Fall konnte metastatisches Lymphknotengewebe gewonnen werden, wenn zuvor im Computertomogramm nur unverdächtige Lymphknoten beschrieben wurden.

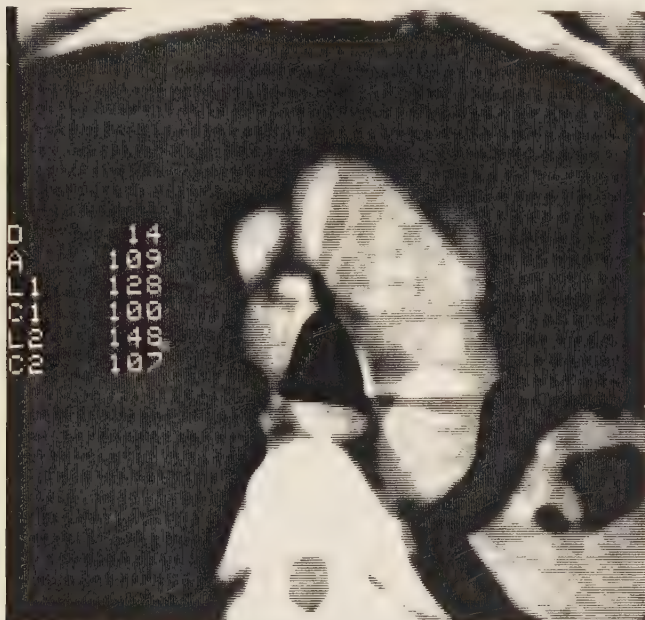


Abb. 10 Peripheres Bronchialkarzinom im linken Oberlappen

CT: Metastasenverdächtiger Lymphknoten (Durchmesser 1,4 cm) kontralateral zwischen Vena cava superior und Trachea

Histologie: Lymphknoten anthrakotisch verändert, kein Metastasennachweis

Auffallend war wiederum der hohe Anteil falsch positiver Befunde bei Lymphknoten einer Größe von 1 - 2 cm (Abb. 10). Nur 40 % der Lymphknoten dieser Größenordnung waren metastatisch befallen. Der bei einem Patienten beschriebene Lymphknoten mit über 2 cm Durchmesser war auch histologisch als Lymphknotenmetastase beurteilt worden.

Tab. 11 Tracheobronchiale kontralaterale LK (n = 19 Pat.)

Histol. CT	Metastase	entzündl. anthrakot. postspezif.	total
keine LK	0	5*	5
LK < 1 cm	0	8	8
LK 1-2 cm	2	3	5
LK > 2 cm	1	0	1

* n = 1 vom Primärtumor nicht abgrenzbar

Somit errechneten sich für die Sensitivität und die negative Vorhersagewahrscheinlichkeit wiederum Werte von je 100,0 %. Die Treffsicherheit belief sich auf 84,2 %. Die Spezifität sowie die positive Vorhersagewahrscheinlichkeit betrug 81,3 % bzw. 50,0 %.

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse für sämtliche genannten Lymphknotenregionen im Vergleich zueinander aufgeführt. Die zur jeweiligen Berechnung erforderliche Einteilung in richtig bzw. falsch positive und negative Aussagen gibt im Zusammenhang Tabelle 12 wieder.

Tab. 12 CT mediastinaler und hilärer Lymphknoten

CT LK	richtig positiv	richtig negativ	falsch positiv	falsch negativ
hilär	4	9	4	1
subcarin.	4	7	1	0
tracheob. homolat.	10	12	8	0
tracheob. kontralat.	3	13	3	0
med.ges.	17	32	12	0
med.+hil. gesamt	21	41	16	1

Tab. 13 Statistische Ergebnisse bei der computertomographischen Beurteilung mediastinaler und hilärer LK

	Treffs.	Sensit.	Spezif.	pos.Vw*	neg.Vw*
hilär	72,2 %	80,0 %	69,2 %	50,0 %	90,0 %
subcar.	91,7 %	100,0 %	87,5 %	80,0 %	100,0 %
tracheob. homolat.	73,3 %	100,0 %	60,0 %	55,6 %	100,0 %
tracheob. kontral.	84,2 %	100,0 %	81,3 %	50,0 %	100,0 %
med.ges.	80,3 %	100,0 %	72,7 %	58,6 %	100,0 %
med.+hil. gesamt	78,5 %	95,5 %	71,9 %	56,8 %	97,6 %

* Vw = Vorhersagewahrscheinlichkeit

Zu beachten ist, daß die meisten Patienten bei der Addition der Ergebnisse (jeweils die beiden letzten Zeilen) mehrmals erfaßt wurden. In diesen Fällen war die Korrelation histologischer und computertomographischer Befunde bei Lymphknoten aus mehreren der genannten Stationen möglich.

2.4. Diskussion

Faßt man die genannten Ergebnisse zusammen und vergleicht sie kritisch mit den Berichten anderer Untersuchter, so kann man über die thorakale Computertomographie bei Bronchialkarzinomen folgende Aussagen machen:

2.4.1. Primärtumorbeurteilung

Der Primärtumor kann mit hoher Wahrscheinlichkeit vor Therapiebeginn im Computertomogramm abgegrenzt und diagnostiziert werden. In diesem Krankengut wurde nur in einem von 84 histologisch überprüften Fällen ein Bronchialkarzinom computertomographisch nicht als solches erkannt.

Bei insgesamt 76 Patienten konnte eine Raumforderung im Bereich der Bronchien richtig differenziert ($n = 67$) bzw. ausgeschlossen ($n = 9$) werden. Falsch positive Diagnosen wurden in 4 Fällen gestellt.

Dem entsprechen exakt die Ergebnisse von Müller, der bei einem Krankengut von 112 Patienten lediglich 5 falsch positive Aussagen sowie eine falsch negative Diagnose beobachtete. Beim Vergleich der Ergebnisse der CT mit denen der konventionellen Radiologie stellte er fest, daß der Primärtumor auch in den Thoraxübersichtsaufnahmen mit annähernd großer Wahrscheinlichkeit (6 falsch positive bei 2 falsch negativen Aussagen) nachzuweisen war (31).

Erhebliche Vorteile besitzt die Computertomographie bei der genauen Beurteilung des Tumorstadiums. Sommer fand unter 36 Patienten nur einen Fall, bei dem das Tumorstadium computertomographisch falsch beurteilt wurde.

Dies entsprach einer Treffsicherheit von 97 % (44,46). Auch Vock gab für die Computertomographie eine Treffsicherheit von 90 % beim Staging des Primärtumors an (51). Müller unterstreicht vor allem die Vorzüge der Computertomographie bei der Diagnostik von infiltrierenden Tumoren. Infiltrationen in die großen mediastinalen Gefäße, das Perikard sowie die Thoraxwand können computertomographisch zuverlässig erkannt werden, während sie mediastinoskopisch nicht erfaßbar sind (31,43,44).

Ein exaktes Staging des Primärtumors nach den Kriterien der UICC wurde jedoch in dieser Arbeit nicht vorgenommen.

2.4.2. Beurteilung der Operabilität

Die Computertomographie leistet einen wesentlichen Beitrag zur Klärung der Frage, ob an Bronchialkarzinom erkrankte Patienten zum Zeitpunkt der Diagnosestellung operabel sind. Bei insgesamt 25 der 46 nicht operierten Patienten konnten computertomographisch entsprechende Inoperabilitätskriterien dokumentiert werden.

In der Studie von Müller waren ebenfalls etwa 55 % der nicht operierten Patienten vor allem aufgrund der Ergebnisse der Computertomographie als inoperabel eingestuft worden (31). Sommer fand in allen 3 Fällen mit intraoperativ festgestellter Inoperabilität bereits im CT-Befund das entsprechende Korrelat (44). Auch in diesem Krankengut war bei beiden probethorakotomierten Patienten das entsprechende Inoperabilitätskriterium zuvor im CT ausdrücklich beschrieben worden.

Bei computertomographisch festgestellter Inoperabilität könnte daher auf die Probethorakotomie verzichtet werden.

2.4.3. Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten

Große Bedeutung für die Prognose der Patienten und das therapeutische Vorgehen hat der präoperative Nachweis von mediastinalen Lymphknotenmetastasen (13,23,27). Nach den Ergebnissen von Mountain und Sommer hat zum Zeitpunkt der Diagnosestellung bereits bei 33 % bis über 50 % der Patienten eine Metastasierung in mediastinale Lymphknoten stattgefunden (29,30,44). Uneinigkeit herrscht in der Literatur darüber, ab welcher Größe computertomographisch abgrenzbare Lymphknoten als pathologisch gewertet werden sollen. In dieser Arbeit wurde generell bei allen über 1 cm großen Lymphknoten computertomographisch der Verdacht auf das Vorliegen von Lymphknotenmetastasen geäußert.

2.4.3.1. Hiläre Lymphknoten

Im Computertomogramm ließen sich hiläre Lymphknotenmetastasen mit einer Sensitivität von 80 % nachweisen. Die hohe Quote falsch positiver Aussagen (22,2 %) war hauptsächlich dafür verantwortlich, daß sich für die Treffsicherheit und Spezifität nur Werte von 72,2 % bzw. 69,2 % errechneten. Nur 50 % der computertomographisch verdächtig beurteilten Lymphknoten waren metastatisch befallen. Abgrenzungsschwierigkeiten traten im Hilusbereich vor allem bei zentral sitzenden Primärtumoren auf. Daraus resultierten in 5,6 % falsch negative Aussagen.

Lewis beobachtete bei einer pathologischen Wertung von Lymphknoten ab 1 cm im Bereich des Hilus in 6 % falsch negative und in 10 % falsch positive Befunde. Der Vorhersagewert positiver und negativer CT-Befunde betrug in dieser Studie ähnlich unseren Ergebnissen 65 % bzw. 91 % (20).

Faling, der Lymphknoten erst ab 1,5 cm Größe als metastasenverdächtig beurteilt, beschreibt eine hohe Spezifität von 90 %. Durch die erhöhte Anzahl falsch negativer Diagnosen nimmt er aber eine relativ niedrige Sensitivität (67 %) in Kauf (5). Alle genannten Autoren sehen bei der Beurteilung der Hiluslymphknoten Vorteile für die Computertomographie gegenüber konventionellen Röntgenuntersuchungen. Dies ist jedoch in der Literatur nicht unumstritten.

Osborne zeigte bei einer pathologischen Wertung von Lymphknoten ab 0,6 cm Durchmesser für die Computertomographie eine Sensitivität von 65 %, während bei der konventionellen Hilustomographie eine Sensitivität von 70 % erzielt wurde (35). Müller sieht in seiner Studie die konventionellen Hilustomogramme beim Staging der bronchopulmonalen Lymphknoten eindeutig im Vorteil (31).

Der ausschließliche Nachweis von homolateralen hilären Lymphknoten hat jedoch unter therapeutischen Gesichtspunkten wenig Bedeutung, da sie bei einem operativen Vorgehen mitentfernt werden.

2.4.3.2. Mediastinale Lymphknoten

Unbestritten ist die Tatsache, daß die Computertomographie das nicht invasive Mittel der Wahl zur Beurteilung mediastinaler Lymphknoten darstellt. Aufgrund der über-

lagerungsfreien Darstellung und der besseren Dichteauflösung besitzt die Computertomographie auf diesem Gebiet entscheidende Vorteile gegenüber anderen radiologischen Untersuchungsverfahren (8,21,41,43).

In diesem Krankengut wurde weder in der Subcarinalregion, noch im gesamten tracheobronchialen Raum eine Lymphknotenmetastase computertomographisch nicht erkannt. Die Sensitivität sowie der Vorhersagewert negativer Befunde lagen somit aufgrund der fehlenden falsch negativen Aussagen bei je 100 %. Die hohe Sensitivität der Computertomographie bei der Beurteilung mediastinaler Lymphknoten wird auch von den meisten Autoren übereinstimmend betont (9,10,20,35,37,38,51). Vock und Osborne beschreiben in ihren Studien einen Anteil falsch negativer Befunde von 2 - 5 % (35,51). Auch Lewis fand nur zu 3 % falsch negative Diagnosen (20). Hirleman gibt für die Computertomographie des Mediastinums eine Sensitivität von 96 % an (10).

Falls im CT keine oder nur unverdächtige mediastinale Lymphknoten beschrieben wurden, kann man daher auf eine weitere mediastinoskopische Abklärung verzichten (20,37,38,43,44,53). Zudem sind auch die "blinden Flecken" der Mediastinoskopie (LK dorsal der Carina, LK im vorderen Mediastinum, LK im aortopulmonalen Fenster) computertomographisch gut einsehbar (44,47).

Entsprechend den hilären Lymphknoten ist die computertomographische Dignitätsaussage auch bei vergrößerten mediastinalen Lymphknoten sehr problematisch. Insgesamt waren 41,4 % der im CT verdächtig beurteilten Lymphknoten histologisch nur anthrakotisch oder entzündlich verändert. Dies bedeutet, daß 45 % der Patienten mit vergrößerten tracheobronchialen homolateralen Lymphknoten und 50 % der Patienten mit tracheobronchialen kon-

tralateralen Lymphknoten computertomographisch falsch dem Stadium N_{2a} bzw. N_{2b} zugeordnet wurden.

Durchschnittlich waren mediastinale Lymphknoten mit einer Treffsicherheit von 80,3 %, einer Spezifität von 72,7 % und einem Vorhersagewert positiver Befunde von 58,6 % im Computertomogramm nachweisbar.

Osborne gibt die Treffsicherheit bei mediastinalen Lymphknoten mit 76 % an (35). Osborne und Vock beobachteten ebenfalls häufig eine Überbewertung mediastinaler Lymphome, die sich in falsch positiven Befunden zwischen 8 und 37 % ausdrückte (35,51). Lewis und Faling erreichten bei unterschiedlichen Klassifizierungskriterien etwas bessere Ergebnisse als Osborne. Sie fanden beide eine Spezifität von jeweils 94 %, Lewis eine positive Vorhersagewahrscheinlichkeit von 88 % (5,20).

In unserem Krankengut stieg bei computertomographisch abgegrenzten Lymphomen mit einem Durchmesser von mehr als 2 cm die Wahrscheinlichkeit des metastatischen Befalls auf 78 % an. Hieraus ist ersichtlich, daß selbst erheblich über die Norm vergrößerte Lymphknoten nicht unbedingt metastatisch befallen sein müssen.

Festzuhalten gilt, daß der computertomographische Nachweis mediastinaler Lymphknoten einer Größe von mehr als 1 cm in der Regel präoperativ eine histologische Abklärung mittels Mediastinoskopie erfordert (5,20,37,38,43,44). Auf alle Fälle müssen vergrößerte kontralaterale Lymphome histologisch präoperativ überprüft werden. Ein Teil dieser Patienten würde sonst irrtümlich dem Stadium N_{2b} zugeordnet werden, was derzeit nach den Empfehlungen des Tumorzentrums München als Inoperabilitätskriterium gilt.

Nach vorgeschalteter computertomographischer Untersuchung ist bei der Mediastinoskopie eine gezielte Biopsie der zuvor beschriebenen Lymphome möglich (42,55).

2.5. Zusammenfassung

Beim Staging des Bronchialkarzinoms bleibt die konventionelle Röntgenuntersuchung in 2 Ebenen nach wie vor Ausgangspunkt der Diagnostik.

Als nächste Methode sollte die Computertomographie eingesetzt werden. Werden im Computertomogramm keine verdächtigen mediastinalen Lymphknoten beschrieben, so kann auf die Mediastinoskopie verzichtet werden. Wenn jedoch im CT verdächtige Lymphknoten einer Größe von mehr als 1 cm abgegrenzt werden, so müssen diese besonders im kontralateralen Tracheobronchialraum mediastinoskopisch abgeklärt werden. Finden sich verdächtige Lymphknoten in einem Bereich, der mediastinoskopisch nicht zugänglich ist, so können diese eventuell durch eine gezielte Feinnadelpunktion erreicht werden. Die genaue histologische Überprüfung vergrößerter Lymphknoten kann auf keinen Fall durch die Computertomographie ersetzt werden. Bei der Abklärung hilärer Lymphknotenvergrößerungen besitzt die schräge Hilustomographie wahrscheinlich leichte Vorteile gegenüber der Computertomographie. Bezüglich der exakten T- Stadienbeurteilung stellt die Computertomographie das überlegene Diagnoseverfahren dar.

3. Computertomographie des Mediastinums bei malignen Lymphomen

3.1. Vorbemerkung

Zu den malignen Lymphomen werden gemäß der Einteilung der UICC die Lymphgranulomatose (Morbus Hodgkin) mit ihren unterschiedlichen histologischen Formen sowie die Gruppe der sogenannten Non-Hodgkin-Lymphome gezählt. Beide Erkrankungen sind primäre Neoplasien des lymphatischen Gewebes. Die Lymphome machen insgesamt etwa 5 % aller Malignome aus. Für Männer besteht ein leicht erhöhtes Krankheitsrisiko. Die Ätiologie der malignen Lymphome ist weitgehend ungeklärt (49).

3.1.1. Morbus Hodgkin

Hodgkin - Lymphome stellen etwa 1/3 aller malignen Lymphome dar. Sie sind selten in der Kindheit anzutreffen, nehmen aber mit steigendem Lebensalter zu. Ein erster Gipfel der Erkrankung wird zwischen dem 15. und 30., ein 2. nach dem 50. Lebensjahr erreicht. Man rechnet mit 20 Neuerkrankungen pro Jahr auf 1 Million Einwohner (7).

Von besonderer Bedeutung für die Prognose und die Planung des therapeutischen Vorgehens ist die exakte Festlegung des Stadiums der Erkrankung vor Therapiebeginn sowie die Histologie der Tumoren (7). Für die histopathologische Einteilung hat sich die Rye-Klassifikation aus dem Jahr 1965 bewährt. Diese wird in Tab. 14 in Verbindung mit entsprechenden klinischen Daten dargestellt.

Tab. 14 Rye- Klassifikation der Hodgkin - Lymphome
korreliert mit klinischen Daten (nach Horton 1977)

Klin. Histo.	Überw. Altersgr. (Jahre)	5-Jahres- Überlebens- rate (%)	bevorzugter LK-Befall
nodulär sklerosier.	15 - 25	45 - 55	supraclav. ob. Medias.
lymphozyten- reich	alle Altersgr.	50 - 60	oft auf 1 Region beschränkt
Mischform	25 - 45	15 - 25	generalis.
lymphozyten- arm	über 40	10 - 20	generalis.

Zur exakten Stadieneinteilung der Krankheit dient die weltweit anerkannte Ann- Arbor- Klassifizierung (Tab. 15).

Tab. 15 Ann- Arbor- Klassifizierung zum klinischen Staging des M. Hodgkin

Stadium I	Befall einer Lymphknotenregion (I) oder eines einzelnen extralymphat. Organs (I E)
Stadium II	Befall mehrerer LK- Regionen auf einer Seite des Zwerchfells (II); Befall eines extralymphatischen Organs und einer oder mehrerer LK-Gruppen auf einer Seite des Zwerchfells (II E)
Stadium III	Befall von LK auf beiden Seiten des Zwerchfells (III), mit Milzbefall (III S), extralymph. Organbefall (III E), oder Kombination Milz- und extralymph. Organbefall (III ES)
Stadium IV	Disseminierter Befall eines oder mehrerer extralymphatischer Organe mit oder ohne Lymphknotenbeteiligung

Zusätzlich wird jedem Stadium eine Untergruppe A (Patienten ohne Allgemeinsymptome) und B (Patienten mit Allgemeinsymptome) zugeordnet (49).

Primär in mediastinalen Lymphknoten manifestiert sich die Lymphgranulomatose nur zu 15 % (52). Trotzdem ist zum Zeitpunkt der Diagnosestellung in 67 % und im Verlauf der Erkrankung in 90 % der Fälle ein intrathorakaler Lymphknotenbefall nachweisbar (6).

Die 5- Jahres- Überlebensrate der Stadien I und II verschlechtert sich um etwa 10 % , wenn mediastinale Lymphknoten bereits befallen sind (17,32).

Der mediastinale Lymphknotenbefall scheint besonders häufig bei der nodulär- sklerosierenden Form aufzutreten (6,32,39). Die Ausbreitung der Krankheit erfolgt kontinuierlich in die benachbarten Lymphknotenstationen meist in kranio- kaudaler Richtung (52).

Der mediastinale Lymphknotenbefall ist meist bilateral, aber asymmetrisch (4,6,21). Im CT bieten Hodgkin - Lymphome das Bild von umschriebenen Lymphknotenvergrößerungen bis hin zu knotigen, polyzyklisch begrenzten Konglomerattumoren. Die Dichtewerte betragen 30 - 45 HE (4,52,53,54).

Als Therapie der Wahl gilt in den Stadien I, II und eventuell im Stadium III A die Strahlentherapie; im Stadium III B sollte eine adjuvante Strahlentherapie der Chemotherapie folgen. Das Stadium IV bleibt der Chemotherapie allein vorbehalten (7).

3.1.2. Non-Hodgkin-Lymphome

Morphologisch von der Lymphgranulomatose zu unterscheiden ist die Gruppe der Non-Hodgkin-Lymphome. Diese machen etwa 2 % aller neu diagnostizierten Malignome aus. Die Inzidenz beträgt zirka 9/100 000 Einwohner pro Jahr. Die Erkrankung tritt im Vergleich zum Morbus Hodgkin meist im höheren Lebensalter auf (7).

Zur Klassifizierung der Non-Hodgkin-Lymphome werden mehrere verschiedene Einteilungsschemata diskutiert. In der BRD gewinnt die Klassifikation nach Lennert zuneh-

mend an Bedeutung. Lennert unterscheidet Non-Hodgkin-Lymphome mit hohem und niedrigem Malignitätsgrad (18).

Tab. 16 Klassifikation der Non-Hodgkin-Lymphome

Lymphome mit niedrigem Malignitätsgrad

- Chronische lymphatische Leukämie
- Haarzelleukämie
- Sezary-Syndrom
- immunozytisches Lymphom
- zentrozytisches Lymphom
- zentrozytisch / zentroblastisches Lymphom
- nicht einzuordnen

Lymphome mit hohem Malignitätsgrad

- lymphoblastisches Lymphom, Burkitt - Typ
 - lymphoblastisches Lymphom, convoluted Typ
 - unklassifiziertes lymphoblastisches Lymphom
 - immunoblastisches Lymphom
 - zentroblastisches Lymphom
 - nicht einzuordnen
-

Vom Tumorzentrum München werden zusätzlich noch Sonderformen des malignen Lymphoms unterschieden. Als solche gelten die maligne Histiozytose, die Histiozytose X und die malignen Lymphome ohne näheren Angaben.

Die klinische Stadieneinteilung von Non-Hodgkin-Lymphomen erfolgt derzeit ähnlich der Ann-Arbor Klassifikation für Hodgkin-Lymphome (s.a. Tab. 15).

Ein Befall mediastinaler Lymphknoten ist bei 15 - 25 % der an Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankten Patienten nachweisbar. Primär im Mediastinum manifestieren sich Non-Hodgkin-Lymphome in 6 % der Fälle (19).

Die im Mediastinum gelegenen Non-Hodgkin-Lymphome sind asymmetrisch und fallen durch schnelles und infiltrierendes bzw. verdrängendes Wachstum auf (4,19).

Als Behandlungsprinzip gilt allgemein, daß lokalisierte Formen strahlentherapeutisch, disseminierte Formen chemotherapeutisch behandelt werden (7).

Im folgenden Teil der Arbeit soll an Hand von computertomographischen Untersuchungen überprüft werden, ob die Lymphgranulomatose, die Non-Hodgkin-Lymphome sowie die Sonderformen des malignen Lymphoms ein unterschiedliches Befallsmuster von mediastinalen und hilären Lymphknoten aufweisen. Desweiteren soll geklärt werden, ob bei den primär computertomographisch untersuchten Patienten die später histologisch gesicherte Diagnose "Malignes Lymphom" bereits im Computertomogramm gestellt werden konnte.

3.2. Patientengut und Methodik

Zur Beurteilung der mediastinalen und hilären Lymphknoten wurden von Februar 1980 bis September 1982 im Klinikum Großhadern 47 an malignen Lymphomen erkrankte

Patienten computertomographisch untersucht.* In 31 Fällen war die zugrunde liegende lymphatische Systemerkrankung zum Zeitpunkt der computertomographischen Untersuchung bereits bekannt.

An einem Morbus Hodgkin waren insgesamt 26 Patienten erkrankt. Das durchschnittliche Alter dieser Patienten betrug 37,4 Jahre. Die 11 weiblichen Patienten wiesen ein Durchschnittsalter von 32,7 Jahren, die 15 männlichen Patienten ein Durchschnittsalter von 40,8 Jahren auf.

Es wurden folgende histologische Formen der Lymphgranulomatose beobachtet (Tab. 17):

Tab. 17 Histopathologische Formen (n = 26)

nodulär sklerosierend	11
lymphozytenreich	-
Mischform	10
lymphozytenarm	2
Hodgkin ohne nähere Angabe	3

An Non-Hodgkin-Lymphomen waren 15 Patienten erkrankt, davon 8 Patienten an einem Lymphom mit hoher und 7 Patienten an einem Lymphom mit niedriger Malignität (Tab. 18).

* (Anmerkung: Technik und Untersuchungsvorgang siehe Kapitel 2.2.)

Tab. 18 Histologie der Non-Hodgkin-Lymphome (n = 15)

hohe Malignität	
- lymphoblastisch Burkitt	1
- lymphoblastisch o.n.A.	2
- immunoblastisch	2
- zentroblastisch	1
- nicht einzuordnen	2
niedrige Malignität	
- zentrozytisch	3
- zentroblastisch/zentrozyt.	3
- nicht einzuordnen	2

Zum Zeitpunkt der CT- Untersuchung betrug das Durchschnittsalter der an Lymphomen mit hoher Malignität erkrankten Patienten 48,7 Jahre. Patienten mit Lymphomen niedriger Malignität erkrankten erst im höheren Lebensalter (durchschnittlich 64,6 Jahre). An Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankt waren 10 Frauen und 5 Männer. Sie wiesen ein durchschnittliches Alter von 64,4 bzw. 39,6 Jahren auf.

Sonderformen des malignen Lymphoms (gemäß den Richtlinien des Tumorzentrums München) traten bei 6 Patienten auf.

Tab. 19 Sonderformen des malignen Lymphoms (n = 6)

maligne Histiozytose	4
Histiozytose X	1
Lymphome o.n.A.	1

Das Durchschnittsalter dieser Patienten (2 weiblich, 4 männlich) betrug 40,5 Jahre.

Um den mediastinalen Lymphknotenbefall der verschiedenen malignen Lymphome differenziert betrachten zu können, wurde das Mediastinum nach folgendem Schema eingeteilt:

Abb. 11 Schematische Einteilung des Mediastinums

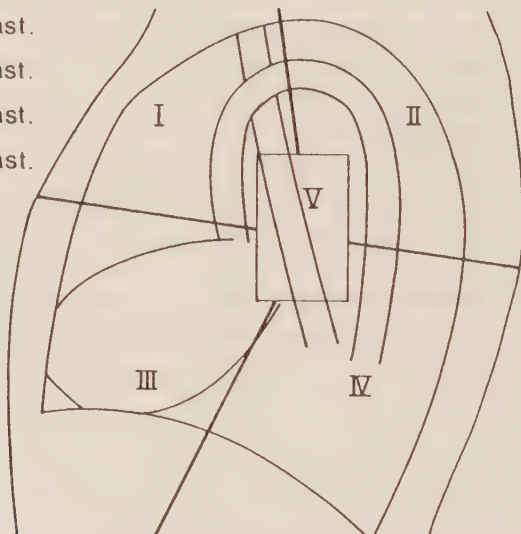
I vorderes oberes Mediast.

II hinteres oberes Mediast.

III vorderes unteres Mediast.

IV hinteres unteres Mediast.

V Hilusregion



Die genauen anatomischen Begrenzungen der einzelnen Abschnitte sind dem Kapitel "Topographische Anatomie und räumliche Einteilung" zu entnehmen.

Die in den 5 Bereichen gelegenen Lymphknoten wurden als vergrößert und somit pathologisch gewertet, wenn ihr Durchmesser 1 cm überschritt. Zur Überprüfung der Primärdiagnosen wurden die Aussagen der Computertomographie mit den entsprechenden histopathologischen Ergebnissen verglichen.

3.3. Ergebnisse

3.3.1. Primärdiagnostik

Bei 31 der insgesamt 47 an einem malignen Lymphom erkrankten Patienten war die Diagnose zum Zeitpunkt der computertomographischen Untersuchung bereits histologisch gesichert. 18 Patienten waren entsprechend dem Stadium ihrer Krankheit chemo- ($n = 14$) oder strahlentherapeutisch ($n = 4$) vorbehandelt.

Ein thorakales Computertomogramm wurde in diesen Fällen zur Beurteilung des Therapieerfolges bzw. des Krankheitsverlaufes angefertigt.

Ein mediastinales Staging vor Therapiebeginn wurde bei 13 Patienten durchgeführt.

16 Patienten wurden unter der Verdachtsdiagnose eines malignen Mediastinaltumors zur Computertomographie überwiesen. In diesen Fällen war die Histologie der Erkrankung zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht bekannt.

Bei 5 dieser Patienten wurde im Computertomogramm der Verdacht auf das Vorliegen eines malignen Lymphoms (Morbus Hodgkin, DD. Non-Hodgkin) geäußert. Dies konnte in allen Fällen auch histologisch bestätigt werden (siehe Tab. 20).

6 mal wurde als Ursache der mediastinalen Raumforderung computertomographisch ein malignes Thymom angenommen (Abb. 12). Die daraufhin durchgeführte Operation bestätigte zwar jeweils die im Computertomogramm beschriebene Lokalisation sowie das Ausmaß des Tumors, die Aufarbeitung des entnommenen Gewebes erbrachte jedoch die Diagnose "Malignes Lymphom" (siehe Tab. 20).

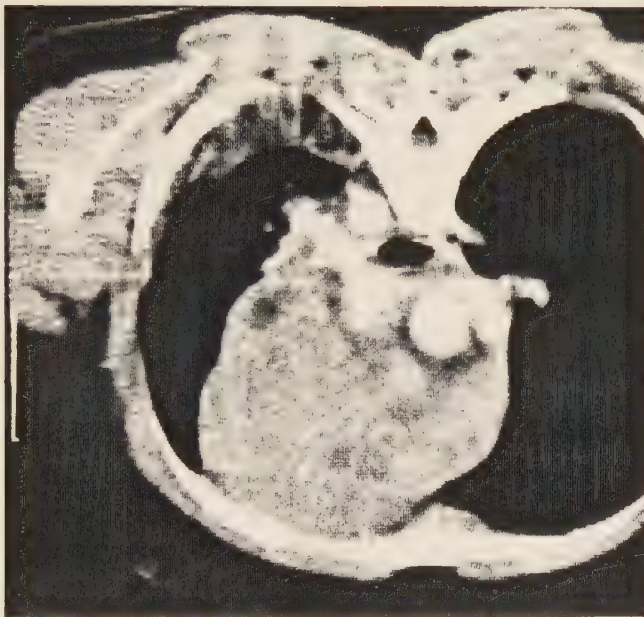


Abb. 12 Non-Hodgkin-Lymphom vom lymphoblastischen Typ

CT: Inhomogener Tumor im vorderen Mediastinum, vereinzelte Nekrosezonen, Tumorummauerung der großen Gefäße, V.a. malignes Thymom

Histologie: Non-Hodgkin-Lymphom vom lymphoblastischen Typ

In 5 weiteren Fällen wurde computertomographisch keine Differentialdiagnose bezüglich der Genese des Mediastinaltumors gestellt. Das zugrunde liegende maligne Lymphom konnte erst nach erfolgter Operation ($n = 3$) oder Mediastinoskopie ($n = 2$) histologisch gesichert werden (Tab. 20).

Bei 13 der 16 primär computertomographisch untersuchten Patienten stellte die im Computertomogramm beschriebene Raumforderung die primäre mediastinale Manifestation des malignen Lymphoms dar. Die Histologie der primär mediastinalen Lymphome wird im Kapitel "mediastinales Befallsmuster" im einzelnen dargestellt.

Tab. 20 Computertomographische Primärdiagnostik bei Patienten mit malignen Lymphomen (n = 16)

CT-Diagnose	Endgültige Diagnose		Histologische Sicherung
V.a. malignes Lymphom	-Morbus Hodgkin	3	OP oberfl.LK 2
	-Lymphom o.n.A.	1	OP Med.Tumor 1
	-Histiozytom	1	Punktion " 1
			Laparatomie 1
V.a. malignes Thymom	-Morbus Hodgkin	3	
	-Non-Hodgkin-L.	3	OP Med.Tumor 6
Mediastinal-tumor unkl. Genese	-Morbus Hodgkin	3	Mediastinosk.2
	-Non-Hodgkin-L.	1	OP Med.Tumor 3
	-Histiozytom	1	

3.3.2. Mediastinales Befallsmuster maligner Lymphome

3.3.2.1. Morbus Hodgkin

25 der 26 an Morbus Hodgkin erkrankten Patienten wiesen im Computertomogramm pathologisch veränderte mediastinale oder hiläre Lymphknoten auf. Das Metastasierungsverhalten der einzelnen histologischen Typen wird in Tabelle 21 dargestellt.

Die im vorderen oberen Mediastinum gelegenen Lymphknoten waren bei 22 Patienten (= 88,0 %) erheblich über die Norm vergrößert. Insgesamt wurden bei 96,0 % der an Lymphgranulomatose erkrankten Patienten Lymphome im vorderen Mediastinum beobachtet. Im Bereich des hinteren Mediastinums konnten nur in 28,0 % metastasenverdächtige Lymphknoten abgegrenzt werden. 7 Patienten wiesen vergrößerte Hiluslymphknoten auf.

Die einzelnen histologischen Typen unterschieden sich kaum in ihrem Metastasierungsverhalten.

Tab. 21 Befallsmuster mediastinaler und hilärer Lymphknoten bei Morbus Hodgkin (n = 25)

LK-region Histologie	vorderes Mediastinum		hinteres Mediastinum		Hilus
	oberes	unteres	oberes	unteres	
nodulär-sklerosierend n = 11	10		1		2
	9	7	-	1	
Mischform n = 9	9		4		3
	8	3	2	3	
lymphozyten-arm n = 2	2		1		1
	2	1	1	1	
ohne nähere Angabe n = 3	3		1		1
	3	1	-	1	
gesamt n = 25	24		7		7
	22	12	3	6	

Primär im Mediastinum manifestierte sich die Lymphgranulomatose bei 9 Patienten (Tab. 22).

Tab. 22 Primäre mediastinale Manifestation des Morbus Hodgkin (n = 9)

nodulär - sklerosierender Typ	5
Mischform	3
Morbus Hodgkin ohne nähere Angabe	1

3.3.2.2. Non-Hodgkin-Lymphome

Die mediastinalen Lymphknoten waren bei Non-Hodgkin-Lymphomen seltener metastatisch befallen. Computertomographisch konnte bei 15 an Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankten Patienten nur in 66,7 % ein Befall mediastinaler Lymphknoten nachgewiesen werden.

Im vorderen oberen Mediastinum wurden insgesamt in 8 von 10 Fällen verdächtige Lymphknoten abgegrenzt. Befallene Lymphknoten waren somit ähnlich dem Morbus Hodgkin auch bei Non-Hodgkin-Lymphomen vorrangig im vorderen Mediastinum lokalisiert.

Auffallend war jedoch die häufige Mitbeteiligung der im hinteren Mediastinum gelegenen Lymphknoten. Bei insgesamt 60 % der Patienten konnten in diesem Bereich des Mediastinums vergrößerte Lymphknoten festgestellt werden. Bei Non-Hodgkin-Lymphomen scheinen somit die Lymphknoten vor allem im hinteren unteren Mediastinum häufiger befallen zu sein.

Im Hilusbereich konnten keine verdächtigen Lymphknoten nachgewiesen werden.

Die Unterteilung in Lymphome hoher und niedriger Malignität erbrachte kein unterschiedliches Befallsmuster (Tab. 23).

Tab. 23 Befallsmuster mediastinaler Lymphknoten bei Non-Hodgkin-Lymphomen (n = 10)

Histolo- gie \ LK- region	vorderes Mediastinum		hinteres Mediastinum	
	oberes	unteres	oberes	unteres
hohe Malignität n = 5	5		3	
	5	3	1	2
niedrige Malignität n = 5	4		3	
	3	1	1	2
gesamt n = 10	9		6	
	8	4	2	4

Bei 5 Patienten stellte die mediastinale Raumforderung zugleich die primäre Manifestation der Erkrankung dar (Tab. 24).

Tab. 24 Primäre mediastinale Manifestation bei Non-Hodgkin-Lymphomen (n = 5)

Non-Hodgkin-Lymphome hoher Malignität	4
- nicht einzuordnen	2
- lymphoblastisch o.n.A.	2
Non-Hodgkin-Lymphome niedriger Malignität	1
- zentrozytisch	1

3.3.2.3. Sonderformen

5 der 6 Patienten, deren Erkrankung nach den Richtlinien des Tumorzentrums München als Sonderform des malignen Lymphoms klassifiziert wird, wiesen einen Befall mediastinaler oder hilärer Lymphknoten auf.

Bei sämtlichen an malignen Histiozytose erkrankten Patienten konnten computertomographische Lymphknotenvergrößerungen im hinteren unteren Mediastinum abgegrenzt werden (Abb. 13).

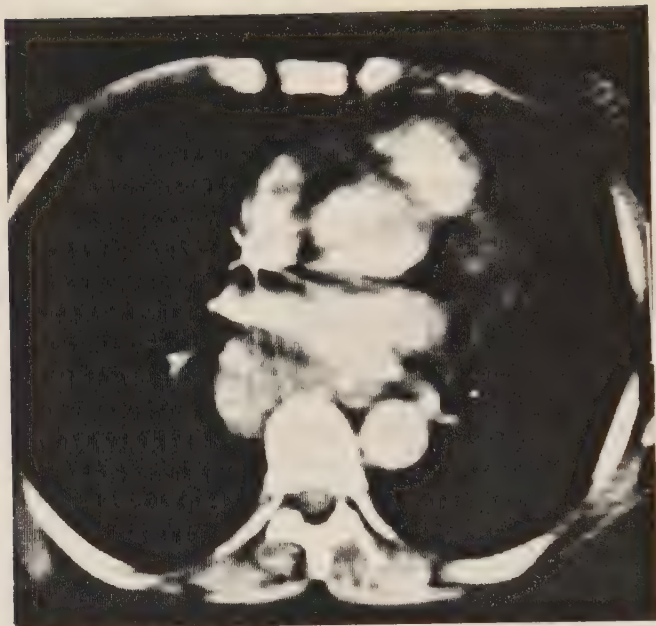


Abb. 13 Fibröse Histiozytose paravertebral
CT: Lymphknotenmetastase im hinteren unteren
Mediastinum, histologisch gesichert

Die im vorderen oberen Mediastinum gelegenen Lymphknoten waren entsprechend den Hodgkin- und Non-Hodgkin-Lymphomen ebenfalls relativ häufig (75 %) befallen (Tab. 25).

Primär im Mediastinum lokalisiert war in 2 Fällen die maligne Histiozytose sowie das nicht näher klassifizierte maligne Lymphom.

Tab. 25 Befallsmuster mediastinaler und hilärer Lymphknoten bei Sonderformen des malignen Lymphoms (n = 5)

vorderes Mediastinum gesamt	4	- vorderes oberes Mediastinum	4
		- vorderes unteres Mediastinum	2
hinteres Mediastinum gesamt	5	- hinteres oberes Mediastinum	3
		- hinteres unteres Mediastinum	5
Hilusregion	3		

3.4. Diskussion

Die Prognose der malignen Lymphome hat sich in den letzten Jahren durch die Entwicklung neuer Therapiekonzepte und die Verfeinerung der diagnostischen Methoden entscheidend verbessert (52). Der Computertomographie kommt vor allem bei der Abklärung mediastinaler Lymphome eine besondere Bedeutung zu. Die überlagerungsfreie Darstellung der Mediastinalorgane ermöglicht eine exakte Beurteilung der dort gelegenen Lymphknoten. Das auf diese Weise durchführbare exakte Staging der verschiedenen Lymphome war mit konventionellen Röntgenuntersuchungen nicht möglich. Krankheitsverlauf und Therapieerfolge können ebenfalls computertomographisch zuverlässig überwacht werden (39,52,53).

Zusammenfassend erbrachte die computertomographische Untersuchung des mediastinalen Lymphknotenbefalls bei verschiedenen malignen Lymphomen folgende Ergebnisse:

Primär im Mediastinum manifestierte sich die Lymphgranulomatose bei 36 % der Patienten, die einen Befall mediastinaler Lymphknoten aufwiesen. Der Hauptteil dieser Patienten war an der nodulär sklerosierenden Form des Morbus Hodgkin erkrankt.

Für das Gesamtkollektiv aller an Morbus Hodgkin erkrankten Patienten (mit und ohne mediastinalen Lymphknotenbefall) wird in der Literatur die Rate der primär mediastinalen Krankheitsmanifestation mit 15 % angegeben (52).

Der mediastinale Lymphknotenbefall allgemein trat wiederum hauptsächlich bei der nodulär sklerosierenden Form (44 %), sowie auch bei der Mischform der Lymphgranulomatose (36 %) auf.

Die Tatsache, daß vor allem die nodulär sklerosierende Form zu einem Befall der mediastinalen Lymphknoten neigt, wird auch in der Literatur bestätigt (6,32,39).

Ebenfalls unbestritten ist die Feststellung, daß im Rahmen eines Morbus Hodgkin hauptsächlich die im vorderen oberen Mediastinum gelegenen Lymphknoten befallen werden (6,52,53).

In unserem Krankengut waren bei 98,0 % der Patienten mit mediastinalem Lymphknotenbefall die in diesem Bereich des Mediastinums gelegenen Lymphknoten erheblich vergrößert. Insgesamt konnten bei 96,0 % der Patienten Lymphome entweder im vorderen oberen oder im vorderen unteren Mediastinum abgegrenzt werden.

Im Bereich des hinteren Mediastinums wurden nur in 28,0 % verdächtige Lymphknoten beobachtet.

Die Hiluslymphknoten waren ebenfalls nur zu 28,0 % im Rahmen der Lymphgranulomatose befallen.

Diese Zahlen bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse von Vock aus dem Jahre 1981. Vock fand in 78 % der Fälle einen Befall der Nodi lymphatici mediastinales anteriores und in 74 % einen Befall der paratrachealen Lymphknoten. Die subkarinalen (25 %), pericardialen (15 %), paraösophagealen und retrocruralen Lymphknoten (11 %) waren in seiner Studie ebenfalls bedeutend seltener befallen als die im vorderen Mediastinum gelegenen Lymphknoten.

Lymphknotenvergrößerungen im Bereich der Lungenhili waren entsprechend unseren Ergebnissen in 26 % der Fälle nachweisbar (52).

Ähnlich dem Befallsmuster bei Morbus Hodgkin waren in unserem Krankengut bei Non-Hodgkin-Lymphomen die befallenen mediastinalen Lymphknoten wiederum vorrangig im vorderen Abschnitt des Mediastinums lokalisiert (90,0 %).

Die im Bereich des hinteren Mediastinums gelegenen Lymphknoten waren jedoch in insgesamt 60,0 % der Fälle mitbetroffen. Charakteristisch für Non-Hodgkin-Lymphome ist also scheinbar die häufigere Mitbeteiligung der Lymphknoten im hinteren Mediastinum.

Diese Feststellung wird auch von anderen Autoren angedeutet, jedoch nicht mit Zahlen belegt (4,21).

In der Literatur wird bei Non-Hodgkin-Lymphomen außerdem noch ein vermehrter Befall der hilären Lymphknoten beschrieben (4,19,21). Dies konnte in dieser Studie jedoch nicht bestätigt werden.

Festzuhalten gilt, daß die mediastinalen Lymphknoten allgemein bei Non-Hodgkin-Lymphomen seltener im Rahmen der Grundkrankheit befallen werden. Insgesamt konnte nur bei 66,7 % der an Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankten Patienten zum Zeitpunkt der Primärdiagnose oder im Verlauf der Erkrankung ein Befall mediastinaler Lymphknoten festgestellt werden. Auffallend war weiterhin, daß die primär in Mediastinum aufgetretenen Non-Hodgkin-Lymphome zu 80,0 % einen hohen Malignitätsgrad aufwiesen.

Ein auffällig unterschiedliches Befallsmuster der einzelnen histologischen Formen konnte weder bei Hodgkin-, noch bei Non-Hodgkin-Lymphomen beobachtet werden.

Die entsprechend den Richtlinien des Tumorzentrums München als Sonderformen klassifizierten Lymphome befielen das vordere und hintere Mediastinum mit annähernd gleicher Wahrscheinlichkeit. Die in dieser Gruppe fallenden, an maligner Histiozytose erkrankten Patienten (mit mediastinalem Lymphknotenbefall) wiesen alle erheblich vergrößerte Lymphknoten im Bereich des hinteren unteren Mediastinums auf.

Zur Primärdiagnostik der im Mediastinum lokalisierten malignen Lymphome läßt sich Folgendes sagen:

Die differentialdiagnostische Einordnung der im Rahmen einer lymphatischen Systemerkrankung befallenen mediastinalen Lymphknoten bereitet Schwierigkeiten. In unserem Krankengut konnte nur bei 5 der 16 an einem malignen Lymphom erkrankten Patienten, die zur Abklä-

rung eines unklaren Mediastinaltumors computertomographisch untersucht wurden, radiologisch die Verdachtsdiagnose "malignes Lymphom" gestellt werden. Auffallend war, daß in 37,5 % der Fälle computertomographisch eher ein malignes Thymom als Ursache der mediastinalen Raumforderung in Betracht gezogen wurde. Bei weiteren 5 Patienten konnte im Computertomogramm keine genaue Differentialdiagnose gestellt werden.

Diese diagnostischen Schwierigkeiten werden auch in der Literatur mehrmals beschrieben (27,54,55). Es werden hierfür folgende Gründe diskutiert:

Die malignen Lymphome sind ähnlich den Thymomen und anderen Mediastinaltumoren (Metastasen etc.) vorwiegend im vorderen oberen Mediastinum lokalisiert. Diese Raumforderungen weisen unbehandelt alle gleiche Dichtewerte zwischen 30 und 45 HE auf (21,54).

In Frühstadien bieten die malignen Lymphome durch ihre polynoduläre oder polyzyklische Begrenzung ein relativ charakteristisches Bild (4,52,53,54). Die befallenen Lymphknoten verbacken jedoch relativ frühzeitig miteinander und sind dann als Konglomerattumoren nur noch schwer von anderen in dieser Mediastinalregion gelegenen Raumforderungen abzugrenzen (4,27). Walter spricht in einer Arbeit die zentrale Zystenbildung sowie Verkalkungsherde bei unbehandelten Thymomen als beste Unterscheidungsmöglichkeit zu malignen Lymphomen an (54,55).

Differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereitet auch die Abgrenzung der malignen Lymphome von chronisch entzündlichen Lymphknotenerkrankungen (Sarkoidose) (52). Auch zwischen den einzelnen malignen Lymphomen ist die morphologische und histologische Vielfalt der Tumoren computertomographisch nicht faßbar (4,54). Eine Differentialdiagnose kann radiologisch nur in Folge-

untersuchungen aufgrund der unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeit und Infiltrationstendenz gestellt werden (4).

Als Fazit kann man feststellen, daß die Computertomographie durch die differenzierte Beurteilungsmöglichkeit der mediastinalen Strukturen ein exaktes Staging der histologisch gesicherten Lymphome ermöglicht. Desweiteren kann der Therapieerfolg und der Krankheitsverlauf äußerst zuverlässig beurteilt werden. Die Erstdiagnose "malignes Lymphom" kann jedoch computertomographisch nur bedingt gestellt werden. Infolge der nicht seltenen Verwechslung mit anderen Mediastinaltumoren (vor allem mit Thymomen) ist daher besonders bei primär mediastinaler Tumorfestation weiterhin die histologische Sicherung als Grundlage der Therapie unumgänglich.

4. Computertomographie mediastinaler und hilärer Lymphknotenmetastasen bei extrathorakalen Malignomen

4.1. Vorbemerkung

Bei 2,5 % aller extrathorakal gelegenen malignen Tumoren werden die Lymphknoten im Bereich des Mediastinums im Verlauf der Erkrankung metastatisch befallen (28). Insgesamt sind etwa 20 % aller Lymphknotenvergrößerungen im Mediastinum metastatisch bedingt (34). Eine bevorzugte Metastasierung in mediastinale Lymphknoten wird unter anderem bei folgenden extrathorakal gelegenen Malignomen beschrieben: Hodentumoren, Mammakarzinome, Uteruskarzinome, Nierenkarzinome, maligne Melanome sowie Raumforderungen der Hals- Nasen- Rachenregion (2,27,28,37). Zu beachten ist, daß die primär hämatogen metastasierenden Sarkome selten mediastinale Lymphknotenmetastasen verursachen. Befallene Lymphknoten sind daher besonders bei lymphogen metastasierenden Tumoren epithelialen Ursprungs zu erwarten (4).

Bei einigen Primärtumoren werden entsprechend den speziellen Lymphabflußverhältnissen bestimmte Lymphknotenketten bevorzugt befallen (4). So müßten z.B. bei Hodentumoren die im Mediastinum auftretenden Lymphknotenmetastasen vorwiegend im hinteren unteren Abschnitt lokalisiert sein, da durch den Lymphabfluß der paraaortalen Lymphknoten eine kontinuierliche Metastasierung entlang des Ductus thoracicus zu erwarten ist (28). Mediastinale und supraclavikuläre Lymphknoten können jedoch bei Hodentumoren gelegentlich ohne nachweisbare Veränderung der im Bauchraum gelegenen Lymphknoten metastatisch befallen sein (22).

In ebenfalls typischer Weise gelangt die Lymphe bei Hals- Nasen- Rachentumoren von den regionären Lymphknoten über eine der 3 Halslymphknotenketten nach kaudal. Vor allem die vorderen Halslymphknoten stehen in Verbindung mit den Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum, so daß mediastinale Lymphknotenmetastasen primär in diesem Abschnitt zu erwarten sind (28).

Im folgenden Teil der Arbeit soll überprüft werden, ob die ins Mediastinum metastasierenden, extrathorakal gelegenen Tumoren tatsächlich in Abhängigkeit ihrer Lokalisation ein unterschiedliches Metastasierungsverhalten aufweisen.

4.2. Patientengut und Methodik

Im Klinikum Großhadern konnte von Februar 1980 bis September 1982 bei insgesamt 45 Patienten mit extrathorakalen Malignomen computertomographisch der Verdacht auf mediastinale oder hiläre Lymphknotenmetastasen geäußert werden.

Sämtliche Untersuchungen wurden wiederum mit einem Rotationsscanner Typ Somatom 2 durchgeführt. Die genaue Untersuchungstechnik wurde bereits im Kapitel 2.2. beschrieben.

Als verdächtig im Sinne von Metastasen wurden Lymphknoten gewertet, die im Computertomogramm die Größe von 1 cm überschritten.

Um ein unterschiedliches Metastasierungsverhalten der verschiedenen Tumoren erfassen zu können, wurde das Mediastinum entsprechend den im Kapitel 1.1. beschriebenen Grenzen eingeteilt in vorderes oberes, vorderes

unteres, hinteres oberes und hinteres unteres Mediastinum. Die Lymphknoten im Bereich der Lungenhili wurden aufgrund ihres häufigen Befalls mit einbezogen.

4.3. Ergebnisse

Computertomographisch konnten mediastinale oder hiläre Lymphknotenmetastasen vorwiegend bei Mammakarzinomen (20,0 %), Nierenkarzinomen (17,8 %), Hodentumoren (15,6 %) und bei Tumoren der Hals- Nasen- Rachenregion (13,3 %) abgegrenzt werden. An Tumoren des urogenitalen Systems waren insgesamt 46,7 % der Patienten mit mediastinalen oder hilären Lymphknotenmetastasen erkrankt.

In 2 Fällen führten Sarkome (Uterusmyosarkom, Osteosarkom) zu einem metastatischen Befall der mediastinalen bzw. hilären Lymphknoten. Bei beiden Patienten konnten computertomographisch zusätzlich multiple Lungenmetastasen abgegrenzt werden. Die Sarkome metastasierten wahrscheinlich primär hämatogen in die Lunge und von dort lymphogen in die mediastinalen bzw. hilären Lymphknoten.

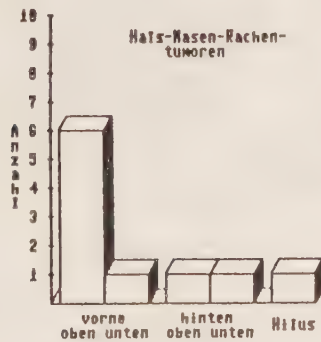
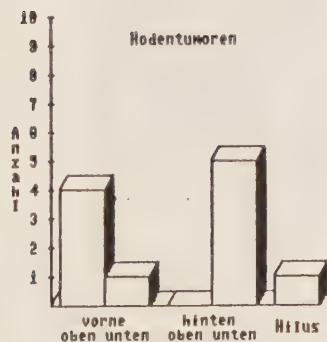
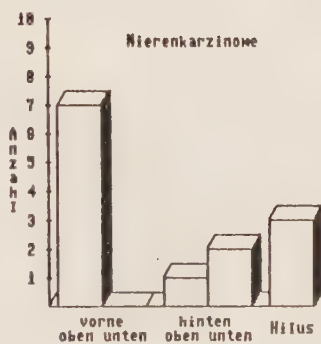
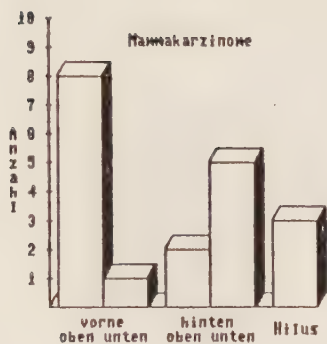
Über die Lokalisation sowie die Histologie sämtlicher Tumoren, die im Computertomogramm mediastinale oder hiläre Lymphknotenmetastasen aufwiesen, gibt Tabelle 26 einen Überblick.

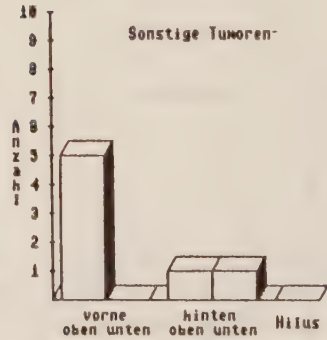
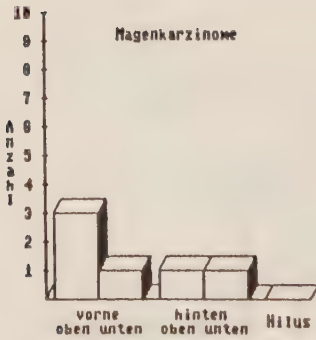
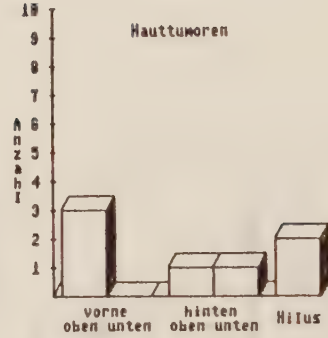
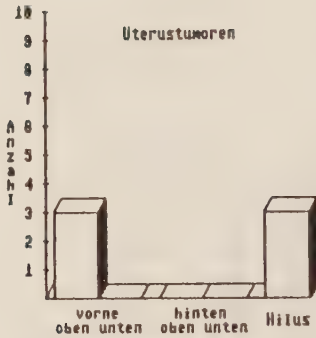
Tab. 26 Lage und Art der in mediastinale bzw. hiläre Lymphknoten metastasierenden extrathorakalen Tumoren (n = 45)

9	Mammakarzinome
8	Nierenkarzinome
7	Hodentumoren
	- 6 Teratome
	- 1 Seminom
6	Tumoren der Hals- Nasen- Rachenregion
	- 3 Larynxkarzinome
	- 1 Pharynxkarzinom
	- 1 Tonsillenzkarzinom
	- 1 Zylindrom
4	Uterustumoren
	- 2 Collumkarzinome
	- 1 Collum / Corpuskarzinom
	- 1 Myosarkom
3	Hauttumoren
	- 2 Maligne Melanome
	- 1 Spinozelluläres Karzinom
3	Magenkarzinome
5	Sonstige
	- 1 Blasenkarzinom
	- 1 Prostatakzinom
	- 1 Sigmakarzinom
	- 1 Rektumkarzinom
	- 1 Osteosarkom Knie

Bei den einzelnen Tumoren wurde folgendes Befallsmuster der mediastinalen bzw. hilären Lymphknoten festgestellt (Tab. 27).

Tab. 27 Lokalisation der metastatisch befallenen mediastinalen bzw. hilären Lymphknoten bei extrathorakalen Primärtumoren





Besonders häufig (86,7 %) waren die Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum metastatisch befallen. Pathologische Lymphknoten im hinteren unteren Mediastinum und in der Hilusregion konnten ebenfalls relativ häufig in 35,6 % bzw. in 28,9 % nachgewiesen werden. Die im vorderen unteren und hinteren oberen Mediastinum gelegenen Lymphknoten waren seltener metastatisch befallen. In diesen Bereichen des Mediastinums wurden nur in 8,9 % bzw. 15,6 % der Fälle metastasenverdächtige Lymphknoten abgegrenzt (Abb. 14).

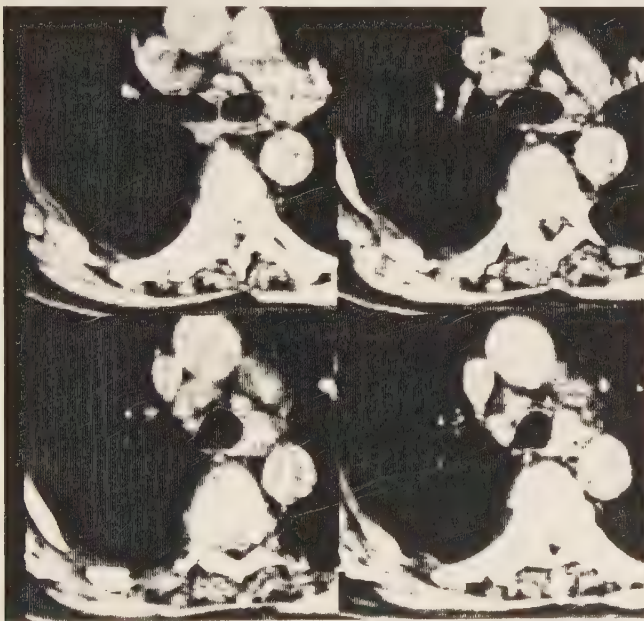


Abb. 14 Metastasierendes Prostatakarzinom
CT: Ausgedehnte Lymphknotenmetastasen im vorderen oberen und im hinteren Mediastinum, knöcherne Destruktion eines Brustwirbelkörpers mit Tumoreinbruch in den Spinalkanal

Für die einzelnen Primärtumoren ergab sich kein signifikant unterschiedliches Metastasierungsmuster (siehe Tab. 27). Sämtliche Tumoren setzten vorwiegend Lymphknotenmetastasen im vorderen oberen Mediastinum. Auffällig war die relativ hohe Befallsrate der im hinteren unteren Mediastinum gelegenen Lymphknoten bei Hodentumoren (Abb. 15). Die Tumoren der Hals- Nasen- Rachengegend befielen ebenfalls erwartungsgemäß vorwiegend die Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum. Insgesamt unterschieden sich die verschiedenen Tumoren nur geringfügig in der Lokalisation der Lymphknotenmetastasen. Diese Unterschiede sind insbesondere diagnostisch nicht zu verwerten.

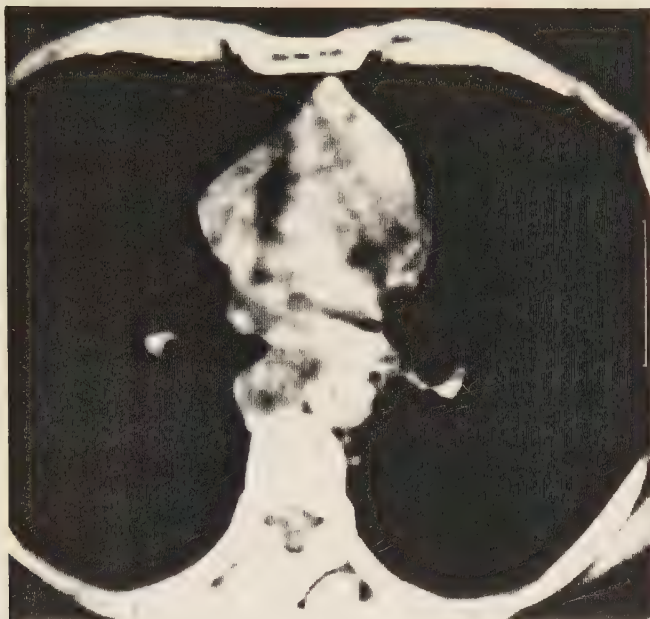


Abb. 15 Hodenteratom links

CT: Mediastinale Lymphknotenmetastasen im hinteren unteren Mediastinum, rechts lateral der Aorta descendens

4.4. Diskussion

Die Tatsache, daß es im Allgemeinen kein für verschiedene Tumoren verbindliches Metastasierungsschema gibt, wird auch in der Literatur bekräftigt (4,27,28). Der Lymphabfluß scheint eher nach den individuell angelegten Lymphbahnen zu erfolgen.

Im Bereich des Mediastinums kann die Lymphe sowohl homolateral als auch durch Kreuzung im Bereich der Bifurkations- und paratrachealen Lymphknoten kontralateral drainiert werden (4). Hinzu kommt, daß bei einer lymphogenen Metastasierung auch einzelne Lymphknotengruppen übersprungen werden können, wenn diese keine ausreichende Speicherkapazität haben (4).

Weiterhin muß vor allem bei einem Lymphstau oder bei einer Insuffizienz der Klappen im Bereich des Truncus bronchomediastinalis eine retrograde Absiedelung in das mediastinale Lymphsystem berücksichtigt werden (27).

Schließlich kann die Tumormanifestation im Mediastinum infolge einer Überbrückung über subpleurale Lymphbahnen in unterschiedlichem Ausmaß erfolgen (4).

Festzuhalten gilt, daß einige extrathorakale Tumoren gehäuft Metastasen in mediastinale oder hiläre Lymphknoten setzen. Dazu zählen das Mammakarzinom, das Nierenkarzinom, Hodentumoren sowie Tumoren der Hals-Nasen- Rachenregion.

Entsprechende Ergebnisse wurden auch von Theresa Mc Loud im Jahre 1978 beschrieben. Die von ihr beobachteten mediastinalen Metastasen stammten zu 21,7 % von Hodentumoren und zu jeweils 13 % von Nieren- und Mammakarzinomen. In 26,1 % der Fälle waren Tumoren des Hals-Nasen- Rachenbereiches Ausgangspunkt der im Mediastinum auftretenden Tochtergeschwülste. Metastasierende Sarkome wurden im Gegensatz zu unseren Ergebnissen in dieser Studie nicht beschrieben.

Entsprechend unseren Ergebnissen waren in der Studie von Mc Loud vorwiegend die Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum metastatisch befallen (28). Diese

Lymphknoten sind als zentrale Schaltstellen bei der lymphogenen Metastasierung aufzufassen (4).

Die radiologische Differentialdiagnostik einer mediastinalen Lymphknotenvergrößerung ist bei bekanntem Primärtumor einfach, dagegen bei unbekanntem Primärtumor relativ schwierig. Verwechslungsmöglichkeiten bestehen vor allem mit primären Mediastinalgeschwülsten, entzündlichen Erkrankungen und malignen Lymphomen (4,16,28).

Die Lokalisation pathologischer Lymphknoten im Mediastinum läßt insbesondere keinen Rückschluß auf den Sitz eines zu vermutenden Karzinoms zu.

5. Schlußbemerkung

Zusammenfassend lassen sich über die Computertomographie mediastinaler Lymphknoten folgende Feststellungen treffen:

Aufgrund der überlagerungsfreien Abbildung der Mediastinalstrukturen und der hohen Dichteauflösung stellt die Computertomographie ein hervorragendes Mittel zur Darstellung und Differenzierung pathologischer mediastinaler Lymphknoten dar. Als Ursache für eine Vergrößerung von Lymphknoten kommen maligne Systemerkrankungen, lymphogene Metastasierung sowie entzündliche Prozesse in Frage.

Eine computertomographische Differentialdiagnose zwischen benignen und malignen Lymphknotenvergrößerungen ist nicht möglich. Selbst erheblich über die Norm vergrößerte Lymphknoten (> 2 cm) erweisen sich bei der histologischen Untersuchung in durchschnittlich 22 % als benigne.

Deshalb sind bei Bronchialkarzinomen computertomographisch metastasenverdächtig beurteilte Lymphknoten vor Therapiebeginn unbedingt histologisch abzuklären, da diese nicht selten nur entzündlich bzw. anthrakotisch verändert sind. Werden im Computertomogramm keine oder nur unverdächtige Lymphknoten beschrieben, so kann auf eine weitere mediastinoskopische Abklärung verzichtet werden.

Die Lymphknoten bei Morbus Hodgkin sowie bei Non-Hodgkin-Lymphomen sind oft bereits initial erheblich über die Norm vergrößert. Deshalb kann ein mediastinaler Lymphknotenbefall im Rahmen eines malignen Lymphoms in aller Regel computertomographisch zuverlässig nachgewiesen werden.

Die mediastinalen Lymphknoten werden vor allem von der nodulär skelosierenden Form des Morbus Hodgkin sowie von hochmalignen Non-Hodgkin-Lymphomen befallen. Dabei zeigt sich im Computertomogramm allgemein ein bevorzugter Befall der Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum, während bei Non-Hodgkin-Lymphomen zusätzlich häufig die im hinteren Mediastinum gelegenen Lymphknoten befallen werden.

Extrathorakale Malignome weisen im Allgemeinen im Computertomogramm kein charakteristisches Befallsmuster mediastinaler Lymphknoten auf. Insbesondere kann nicht vom Sitz der mediastinalen Lymphknotenmetastasen auf die Lokalisation des Primärtumors rückgeschlossen werden. Metastatisch befallen werden von einigen charakteristischen Tumoren besonders die im vorderen oberen sowie im hinteren unteren Mediastinum gelegenen Lymphknoten.

Insgesamt lassen sich die mediastinalen und hilären Lymphknoten bei Bronchialkarzinomen, malignen Lymphomen und extrathorakalen Primärtumoren computertomographisch im Gegensatz zu konventionell radiologischen Methoden hervorragend abgrenzen. Deshalb kann von der mediastinalen Computertomographie vor allem eine exakte Stadieneinteilung der angesprochenen Malignome erwartet werden. Dies ist besonders für die Wahl der jeweiligen Therapieform von entscheidender Bedeutung. Außerdem gilt die nicht invasive Computertomographie als Mittel der Wahl für die Bestrahlungsplanung und die Kontrolle des Therapieerfolges.

ZUSAMMENFASSUNG

Von Februar 1980 bis September 1982 wurden 87 Patienten mit Verdacht auf Bronchialkarzinom computertomographisch untersucht. Ziel der Untersuchungen war die Bestätigung bzw. der Ausschluß des Primärtumors, die Beurteilung der Tumorausdehnung und die Überprüfung der mediastinalen und hilären Lymphknoten.

Der Vergleich zwischen der computertomographischen Primärtumorbeurteilung und der endgültigen, histologisch gesicherten Diagnose konnte in 84 Fällen erfolgen. Dabei zeigte sich, daß computertomographisch nur in einem Fall ein Bronchialkarzinom nicht als solches erkannt wurde. Bei insgesamt 76 Patienten konnte die Raumforderung im Bronchialsystem richtig differenziert ($n = 67$) bzw. ausgeschlossen ($n = 9$) werden. Falsch positive Diagnosen wurden in 4 Fällen gestellt. Bei 3 Patienten konnte nicht zwischen einer Metastase eines bereits bekannten extrathorakalen Malignoms und einem pulmonalen Zweittumor unterschieden werden.

Primär inoperabel waren 46 der insgesamt 68 an einem Bronchialkarzinom erkrankten Patienten. Hierbei konnten bei 25 Patienten computertomographisch Kriterien der Inoperabilität dokumentiert werden.

Die Aussagen der Computertomographie über die Dignität der mediastinalen und hilären Lymphknoten konnten bei insgesamt 35 operierten oder mediastinoskopierten Patienten histologisch genauer überprüft werden. Nur bei einem Patienten wurde eine hiläre Lymphknotenmetastase computertomographisch nicht erkannt. In sämtlichen weiteren Fällen wiesen die computertomographisch nicht oder unauffällig beschriebenen Lymphknoten auch histologisch keine Zeichen der Malignität auf. Daher ergab sich für die Computertomographie hilärer und mediasti-

nal der Lymphknoten eine Sensitivität von durchschnittlich 95,5 %.

Problematisch war die computertomographische Dignitätsaussage bei vergrößerten Lymphknoten. Insgesamt waren 41,4 % der im CT verdächtig (> 1 cm) beurteilten mediastinalen Lymphknoten und 50 % der vergrößerten hilären Lymphknoten histologisch nur anthrakotisch oder entzündlich verändert. Selbst Lymphknoten, die im CT die Größe von 2 cm überschritten, waren in 22,2 % der Fälle nicht metastatisch befallen. Die Spezifität der Computertomographie bei der Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten betrug 71,9 %.

Die computertomographische Beurteilung mediastinaler und hilärer Lymphknoten bei malignen Lymphomen konnte bei 42 Patienten erfolgen. In 16 Fällen war die zugrunde liegende lymphatische Systemerkrankung zum Zeitpunkt der computertomographischen Untersuchung noch nicht bekannt. Nur bei 5 der 16 Patienten konnte im CT die Verdachtsdiagnose malignes Lymphom gestellt werden. Bei 6 Patienten wurde computertomographisch eher ein malignes Thymom als Ursache der mediastinalen Raumforderung in Betracht gezogen. Bei 5 weiteren Patienten konnte im CT keine genaue Differentialdiagnose gestellt werden. Von den 26 an Morbus Hodgkin erkrankten Patienten konnte in 25 Fällen ein Befall der mediastinalen und hilären Lymphknoten nachgewiesen werden. Insgesamt zeigte sich, daß vorwiegend bei der nodulär sklerosierenden Form (44 %) und bei der Mischform (36 %) des Morbus Hodgkin die mediastinalen Lymphknoten befallen waren. Die betroffenen Lymphknoten waren bei 96 % der Patienten im vorderen Mediastinum lokalisiert. Im Bereich des hinteren Mediastinums wurden nur in 28 % verdächtige Lymphknoten beobachtet.

Bei den 15 an Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankten Patienten waren die befallenen Lymphknoten ebenfalls vorran-

gig im vorderen Abschnitt des Mediastinums lokalisiert (90 %). Die im Bereich des hinteren Mediastinums gelegenen Lymphknoten waren jedoch in 60 % der Fälle mitbetroffen. Insgesamt konnte nur bei 66,7 % der an Non-Hodgkin-Lymphomen erkrankten Patienten ein Befall der mediastinalen Lymphknoten festgestellt werden. Die als Sonderformen klassifizierten Lymphome befielen das vordere und hintere Mediastinum mit annähernd gleicher Wahrscheinlichkeit.

Bei insgesamt 45 Patienten mit extrathorakalen Malignomen konnte computertomographisch ein metastatischer Befall der mediastinalen oder hilären Lymphknoten dokumentiert werden. Diese Patienten waren vorwiegend erkrankt an Mammakarzinomen (20 %), Nierenkarzinomen (17,8 %), Hodentumoren (15,6 %) und an Tumoren im Bereich der Hals-Nasen-Rachen-Region (13,3 %). Für die einzelnen Tumoren ergab sich kein signifikant unterschiedliches Metastasierungsmuster. Vorwiegend befielen waren bei sämtlichen Tumoren die Lymphknoten im vorderen oberen Mediastinum (86,7 %). Bei Hodentumoren waren die Lymphknoten im hinteren unteren Mediastinum relativ häufig mitbefallen.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchung konnte nachgewiesen werden, daß die thorakale Computertomographie zur Zeit die beste nicht invasive Möglichkeit zur Bewertung mediastinaler Lymphknotenveränderungen darstellt. Werden im Rahmen des Stagings von Bronchialkarzinomen im CT keine oder nur unverdächtige Lymphknoten (< 1 cm) nachgewiesen, so können Lymphknotenmetastasen sicher ausgeschlossen werden. Lymphknoten über 1 cm Größe müssen jedoch unbedingt weiter invasiv abgeklärt werden, da im CT benigne und maligne Lymphknotenvergrößerungen im selben Größenbereich liegen und somit

nicht voneinander differenziert werden können. Insbesondere darf eine Therapieentscheidung nicht allein von im CT beschriebenen vergrößerten Lymphknoten abhängig gemacht werden.

Bei malignen Lymphomen ist die Computertomographie ein hervorragendes Mittel zur Beurteilung des Krankheitsverlaufes. Besonders Tumorrezidive werden computertomographisch zuverlässig erfaßt.

Unbestritten ist die Rolle der Computertomographie des Mediastinums beim Staging von extrathorakal gelegenen Malignomen. Ein Rückschluß von der Lage der mediastinalen Lymphknotenmetastasen auf den Sitz des Primärtumors ist nicht möglich.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Binder, R.E., Pugatch, R.D., Faling, J.L., Kanter, R.A., Sawin, C.T.:
Diagnosis of Posterior Mediastinal Goiter by
Computed Tomography
Journal of Computer Assisted Tomography 4 (1980)
550
2. Chen, J.T.T., Dahmash, N.S., Ravin, C.E., Heaston, D.K., Putman, C.E., Seigler, H.F., Reed, J.C.:
Metastatic Melanoma to the Thorax: Report of 130
Patients
Am. J. Roentgenol. 137 (1981) 293
3. Coulomb, M., Delormas, P., Paramelle, B.,
Geindre, M.:
Le Diagnostic Radiologique Des Affections Du
Mediastin
Rev. fr. Mal. Resp. 9 (1981) 27
4. Dux, A.:
Mediastinum
In: Röntgenologische Differentialdiagnostik,
Band I/2, 5. Aufl., hrsg. von W. Teschendorf, H.
Anacker, P. Thurn, Thieme, Stuttgart 1977
5. Faling, L.J., Pugatch, R.D., Jung-Legg, Y., Daly, B.D.T., Hong, W.K., Robbins, A.H., Snider, G.L.:
Computed Tomographic Scanning of the Mediastinum
in the Staging of Bronchogenic Carcinoma
Am. Rev. Respir. Dis. 124 (1981) 690

6. Fraser, R.G., Pare', J.A.P.:
Diseases of the mediastinum, in:
Diagnosis of diseases of the chest, Vol. III,
Fraser, R.G., Pare', J.A.P., 2nd. Ed.,
W.B. Saunders Company,
Philadelphia - London - Toronto 1979

7. Fritsch, H., Kuttig, H.:
Maligne Lymphome:
In: Standardisierte Krebsbehandlung,
2. Aufl., hrsg. von G. Ott, H. Kuttig, P. Drings,
Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1982

8. Haertel, M., Probst, P., Zaunbauer, W., Schöpf R.:
Zur Computertomographie des Mediastinums
Röntgenpraxis 34 (1981) 27

9. Harper, P.G., Houang, M., Spiro, S.G., Geddes, D.,
Hodson, M., Souhami, R.L.:
Computerized Axial Tomography in the Pretreatment
Assessment of Small-Cell Carcinoma of the Bronchus
Cancer 47 (1981) 1775

10. Hirleman, C.M., Yiu-Chiu, V.S., Chiu, L.C.,
Schapiro, R.L.:
The Resectability of Primary Lung Carcinoma: A
Diagnostic Staging Review
CT 4 (1980) 146

11. Horton, J.:
The Lymphomas, in:
Horton, J.; Hill. G.J.: Clinical Oncology
W.B. Saunders Company,
Philadelphia - London - Toronto 1977

12. Kemp-Harper, R.A., Guyer, P.B.:
The radiological features of thymic tumors. A
review of sixty-five cases.
Clin. Radiol. 16 (1965) 97

13. Kirsh, M.M., Sloan, H.:
Mediastinal Metastases in Bronchogenic Carcinoma:
Influence of Postoperative Irradiation, Cell Type,
and Location
Ann. Thorac. Surg. 33 (1982) 459

14. Kraus, R., Klemencic, J., Keller, R.:
Tumoren des Mediastinums. In:
Handbuch der medizinischen Radiologie,
Bd. IX/6, hrsg. von L. Diethelm, O. Olsson, F.
Strnad, H. Vieten, A. Zuppinger
Springer, Berlin 1970

15. Krokowski, E.:
Verändertes Konzept der Krebsbehandlung. In:
Neue Aspekte der Krebsbekämpfung,
Kongreßbericht Kassel 1978
Hrsg.: Deutsche Akademie für medizinische
Fortbildung
Thieme, Stuttgart 1979

16. Lackner, K., Brecht, G., Janson, R., Scherholz, K.,
Lützel, A., Thurn, P.:
Wertigkeit der Computertomographie bei der
Stadieneinteilung primärer Lymphknoten-neoplasien
Fortschr. Röntgenstr. 132 (1980) 21

17. Cox, C.R.K., Skirfield, C.D., Levitt, S.H.:
 Effects of Lung Irradiation for Hodgkin's Disease
 Patients with Large Mediastinal Masses and/or
 Nodal Disease
 Cancer Treat. Rep. 66 (1982) 819
18. Lennert, K.:
 Pathologisch-anatomische Klassifizierung der
 malignen Lymphome. In:
 Leukämie und maligne Lymphome,
 Hrsg. von K. Stöcker,
 Urban & Schwarzenberg, München 1973
19. Levitt, S.H., Aisner, A.C., Harris, M.L.,
 Gimpson, R.W., Rosenberg, S.:
 Primary Non-Hodgkin's Lymphoma of the Mediastinum
 Cancer 49 (1982) 2446
20. Lewis, J.W., Madrazo, B.L., Gross, S.C., Eyer, W.R.,
 Magilligan, D.J., Evans, P.A., Rosen, P.A.:
 The Value of Radiographic and Computed Tomography
 in the Staging of Lung Carcinoma
 Ann. Thorac. Surg. 34 (1982) 553
21. Meiser, J., Mann, D.:
 Mediastinum
 In Schinz: Röntgendiagnostik in Klinik und Praxis
 Band I, Teil 2
 in Druck

22. Lüning, M., Elke, M., Richter, J., Röder, K.,
Sieber, F., Torhorst, J.:
Metastasen von Malignomen der männlichen
Geschlechtsorgane. In:
Lymphographie bei malignen Tumoren,
hrsg. von M. Lüning, M. Wiljasalo und H.
Weissleder
Thieme, Stuttgart - New York 1983

23. Lunia, S.L., Ruckdeschel, J.C., Mc Kneally, M.F.,
Baxter, D., Kellar, S., Pranab, R., Mc Ilduff, J.,
Lininger, L.L., Chodos, R., Horton, J.:
Noninvasive Evaluation of Mediastinal Metastases
in Bronchogenic Carcinoma:
A Prospective Comparison of Chest Radiography and
Gallium-67 Scanning.
Cancer 47 (1981) 672

24. Lyons, H.A., Calvy, G.L., Sammons, B.P.:
The diagnosis and classification of mediastinal
masses
I. A study of 782 cases.
Ann. Intern. Med. 51 (1959) 897

25. Matthys, H.:
Pneumologie.
Springer, Berlin - Heidelberg - New York 1982

26. Mayor, G.:
Chirurgie der Epithelkörperchen.
Langenbecks Arch. klin. Chir. 319 (1967) 212

27. Mayr, B.:
Differentialdiagnose sekundärer Raumforderungen im
Mediastinum durch die CT.
V. Radiologische Woche München
Schnetztor-Verlag, Konstanz 1983

28. Mc Loud, Th.C., Kalisher, L., Stark, P.,
Greene, R.:
Intrathoracic Lymph Node Metastases from
Extrathoracic Neoplasms.
Am. J. Roentgenol. 131 (1978) 403

29. Mountain, C.F., Carr, D.T., Anderson, W.A.D.:
Clinical staging of lung cancer.
Am. J. Roentgenol. 120 (1974) 130

30. Mountain, C.F.:
Surgical therapy in lung cancer: biologic,
physiologic and technical determinants.
Semin. Oncol. 1 (1974) 253

31. Müller, H.A., van Kaick, G., Schaaf, J.,
Lülling, H., Vogt-Moykopf, I., Delphendahl, A.:
Präoperatives Staging des Bronchialkarzinoms:
Wertigkeit der Computertomographie im Vergleich
zur konventionellen Radiologie
Fortschr. Röntgenstr. 134 (1981) 601

32. North, L.B., Fuller, L.M., Hagemeister, F.B.,
Rodgers, R.W., Butler, J.J., Shullenberger, C.C.:
Importance of Initial Mediastinal Adenopathy in
Hodgkin Disease.
Am. J. Roentgenol. 138 (1982) 229

33. Oldham, H.N., Sabiston, D.C.Jr.:
Primary Tumors and Cysts of the Mediastinum:
Lesions presenting as cardiovascular abnormalities
Arch. Surg. Vol. 96 (1968) 71

34. Oliva. L.:
Erkrankungen des Mediastinums. In:
Lehrbuch der Röntgendiagnostik,
Bd. IV/6. Aufl., hrsg. von H.R. Schienz, W.E.
Baensch, W. Frommhold, R. Glauner, E. Uehlinger,
J. Wellauer
Thieme, Stuttgart 1973

35. Osborne, D.R., Korobkin, M., Ravin, C.E.,
Putman, Ch.E., Wolfe, W.G., Sealy, W.C.,
Young, G.W., Breiman, R., Heaston, D., Ram, P.,
Halber, M.:
Comparison of Plain Radiography, Conventional
Tomography, and Computed Tomography in Detecting
Intrathoracic Lymph Node Metastases from Lung
Carcinoma
Radiology 142 (1982) 157

36. Pschyrembel W.:
Klinisches Wörterbuch
253. Aufl., de Gruyter, Berlin - New York, 1977

37. Pugatch, R.D., Faling, L.J.:
Computed Tomography of the Thorax:
A Status Report
Chest 80 (1981) 618

38. Rea, H.H., Shevland, J.E., House, A.J.S.:
Accuracy of computed tomographic scanning in
assessment of the mediastinum in bronchial
carcinoma
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 81 (1981) 825

39. Rostock, R.A., Giangreco, A., Wharam, M.D.,
Lenhard, R., Siegelman, S.S., Order, S.E.:
CT Scan Modification in the Treatment of
Mediastinal Hodgkin's Disease.
Cancer 49 (1982) 2267

40. Sabiston, D.C.:
Diseases of pleura, mediastinum, and diaphragm.
In: Harrison's Principles of Internal Medicine,
hrsg. von M.M. Wintrobe und Mitarb., 6. Aufl.,
Mc Graw-Hill Book, New York 1970

41. Scheid, K.F., Bergstermann, H., Lissner, J.,
Blaha, H.:
Erweiterung radiologischer Diagnostik des
Mediastinums durch die Computertomographie.
Prax. Pneumol. 35 (1981) 354

42. Schnyder, P.A., Gamsu, G., Candardjis, G.:
CT of the lymph nodes of the middle mediastinum.
Referateband CT'82, Schnetztor-Verlag, Konstanz
1982

43. Sommer, B., Doppman, J.L., Stelter, W., Mayr, B.,
Rienmüller, R., Lissner, J.:
Der diagnostische Stellenwert der Computertomo-
graphie bei mediastinalen Erkrankungen in Ab-
hängigkeit von deren Lokalisation.
Computertomographie 1 (1981) 35

44. Sommer, B., Bauer, W.M., Rath, M., Fenzl, G.,
Stelter, W., Lissner, J.:
Die computertomographische Stadieneinteilung des
Bronchialkarzinoms. Auswirkung auf das diagno-
stische und therapeutische Vorgehen.
Computertomographie 1 (1981) 193

45. Sommer B., Welter, H.F., Spelsberg, F., Scherer, U.,
Lissner, J.:
Computed Tomography for Localizing Enlarged
Parathyroid Glands in Primary Hyperparathyroidism.
Journal of Computer Assisted Tomography 6 (1982)
521

46. Sommer, B.:
Raumforderungen im Mediastinum.
Referateband CT'82, Schnetztor-Verlag, Konstanz
1982

47. Stanley, R.J., Sagel, S.S.:
Computed Tomography of the mediastinum.
Referateband CT'82, Schnetztor-Verlag, Konstanz
1982

48. Statistisches Bundesamt Wiesbaden (Hrsg.):
Statistisches Jahrbuch 1980 für die Bundesrepublik
Deutschland.
Kohlhammer, Stuttgart - Mainz, 1980

49. UICC (Hrsg.):
Klinische Onkologie.
Springer, Berlin - Heidelberg - New York, 1982

50. Ulmer, W.T.:
Das Bronchialkarzinom im Stadt/Landfaktor.
Bücherei der Pneumologen, Bd. 7
Thieme, Stuttgart - Heidelberg - New York, 1982
51. Vock, P., Haertel, M.:
Die Computertomographie zur Stadieneinteilung des
Bronchuskarzinoms.
Fortschr. Röntgenstr. 134 (1981) 131
52. Vock, P., Haertel, M., Fuchs, W.A.:
Die thorakale Computertomographie beim Lymphoma
malignum Hodgkin.
Computertomographie 1 (1981) 68
53. Vock, P., Tillmann, U., Fuchs, W.A.:
Computertomographie des Mediastinums.
Radiologie 21 (1981) 330
54. Walter, E., Hübener, K.-H.:
Computertomographische Charakteristika raumfor-
dernder Prozesse im vorderen Mediastinum und
ihre Differentialdiagnose.
Fortschr. Röntgenstr. 133 (1980) 391
55. Walter, E.:
Computertomographische Diagnostik des Thymus.
Referateband CT'82, Schnetztor-Verlag, Konstanz
1982
56. Wassner, U.J., Alai, H., Helmstaedt, E.R.:
Geschwülste im Mediastinum.
Der Chirurg 41 (1970) 12

57. Wurm, K., Reindell, H.:
Die mediastinalen Lymphknotenerkrankungen im
Röntgenbild.
Radiologe 3 (1963) 42
58. Wychulis, A.R., Payne, W.S., Clagett, O.T.,
Woolner, L.B.:
Surgical treatment of mediastinal tumors.
A 40-year experience.
J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 62 (1971) 379

Folgenden Personen gilt mein besonderer Dank:

Herrn Prof. Dr. med. J. Lissner, Direktor der Klinik und Poliklinik für Radiologie der Universität München, für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit, diese Arbeit an seiner Klinik durchzuführen.

Herrn Priv. Doz. Dr. med. D. Hahn, Oberarzt der Radiologischen Klinik der Universität München, Klinikum Großhadern, für die freundliche Betreuung und tatkräftige Unterstützung bei der Bearbeitung des Themas.

Herrn Prof. Dr. med. M. Eder, Direktor des Pathologischen Institutes der Universität München, für die bereitwillige Überlassung histologischer und zytologischer Untersuchungsergebnisse.

Herrn Prof. Dr. med. G. Heberer, Direktor der Chirurgischen Klinik und Poliklinik der Universität München, für die freundliche Bereitstellung von Operationsberichten und Endoskopieprotokollen.

Frau G. Kurz für die sorgfältige Bearbeitung des Manuskriptes.

Lebenslauf

- | | |
|-----------|---|
| 1960 | Geboren am 29. Juni in Traunstein
als zweiter Sohn des Schulamtsdirektors
Werner Tiling und seiner Ehefrau Gerda,
geb. Zellner |
| 1966-1970 | Besuch der Volksschule Bergen |
| 1970-1979 | Besuch des Chiemgau-Gymnasiums Traunstein |
| 1979 | Abitur am Chiemgau-Gymnasium Traunstein |
| 1979 | Beginn des Studiums der Humanmedizin an
der Ludwig Maximilians-Universität München |
| 1981 | Physikum an der LMU München |
| 1982 | 1. Staatsexamen an der LMU München |
| 1985 | 2. Staatsexamen an der LMU München |
| 1985-1986 | Ausbildung im praktischen Jahr:
Chirurgie: Stadtkrankenhaus Traunstein
Innere Medizin: 2. Medizinische Klinik
Großhadern
Radiologie: Radiologische Klinik
Großhadern |
| 1986 | Anmeldung zum 3. Staatsexamen an der
Ludwig Maximilians-Universität München |

